



**CÁRMEN FERNANDA
MENDES MOREIRA**

**“Evolução do Homem na Terra”: sugestões e
materiais**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino da Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Secundário, realizada sob a orientação científica da Doutora Patrícia Glória Soares de Albergaria de Almeida, Equiparada a Investigadora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à memória da minha mãe.

o júri

presidente

Professora Doutora Teresa Maria Bettencourt da Cruz
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Patrícia Gloria Soares de Albergaria de Almeida
Equiparada a Investigadora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O trabalho aqui apresentado foi realizado com o apoio e ajuda de várias pessoas, às quais manifesto o meu agradecimento e reconhecimento.

Ao meu filho, pelo tempo que foi privado da minha atenção. Ao apoio incondicional do meu marido, pelas palavras de coragem e de incentivo. À minha avó Joaquina, já não presente entre nós, encorajou-me e apoiou-me quando precisei de obter mais uma qualificação.

À minha orientadora Doutora Patrícia Glória Soares de Albergaria de Almeida pelo apoio científico, pelo estímulo e disponibilidade manifestada. Muito obrigada, a sua confiança foi de inestimável valor para que esta caminhada tenha chegado a bom termo.

Ao Doutor Nuno Cruz pela sua disponibilidade e incentivo para a concretização deste trabalho.

À Doutora Jacinta Moreira da Escola Secundária Carolina Michaëlis – Porto, minha orientadora cooperante da prática de ensino supervisionada pelos ensinamentos e contribuições para enriquecimento tanto deste trabalho como na minha vida profissional, principalmente ao nível do ensino da Geologia. Aos seus alunos do 12º ano da disciplina de Geologia, pelos apoios prestados, que permitiram a concretização desta atividade.

palavras-chave

Geologia, competências, materiais didáticos, modelos, ensino-aprendizagem, criatividade.

resumo

O presente estudo de investigação, desenvolvido no âmbito da disciplina de Geologia do 12º ano, pretende ser uma contribuição para o ensino da disciplina, tem como objetivos construir materiais de cariz interdisciplinar sobre a “Evolução do Homem na Terra” e “A Terra conta a sua História” e levar à aquisição de um conjunto de competências após a implementação, na sala de aula, de uma metodologia de ensino em Resolução de problemas, na abordagem interdisciplinar dos assuntos referidos. Este estudo também se enquadra numa metodologia de tipo investigação-ação em que a investigadora é simultaneamente professora em contexto da prática de ensino supervisionada.

Após a definição do objeto de estudo, conceberam-se e utilizaram-se materiais didáticos, nomeadamente modelos, entendendo que os mesmos são uma ferramenta fundamental para os processos de ensino e aprendizagem.

Considera-se que os modelos constituem uma importante e viável alternativa para auxiliar nestes processos, por favorecerem a construção do conhecimento e o entendimento dos conteúdos. Assim, este estudo consiste na construção e implementação de materiais de cariz interdisciplinar na sala de aula, que abordam o tema “A evolução do Homem” e tem como principal objetivo avaliar as competências desenvolvidas pelos alunos que trabalham com estes materiais.

Os resultados foram obtidos a partir da análise do teste de pré e pós-avaliação formativa e de inquéritos, realizados aos alunos e de um inquérito aos professores. Verificou-se que, perante os materiais aplicados e as atividades desenvolvidas os alunos ampliaram os seus conhecimentos, desenvolvendo competências de carácter conceptual, atitudinal e procedimental relativamente a assuntos da Geologia e das Ciências Naturais.

keywords

Geology, skills, learning materials, models, teaching-learning, creativity.

abstract

This study aims to contribute to the teaching of Geology. Having in mind that learning materials, particularly models, are fundamental tools for the teaching and learning processes, several learning materials were designed and implemented in Geology classes. It is well known that models constitute an important and viable alternative to assist in teaching and learning, by encouraging the students to construct their own knowledge and understanding. This study consists in the design and implementation of interdisciplinary materials in the classroom, addressing the theme "The evolution of man". This research aims at assessing the skills developed by students when using these materials. The results were obtained through the analysis of the formative assessment test and through inquiries to students. An inquiry was also applied to teachers. It was found that, in face of the materials used and the developed activities, students manage to develop conceptual, attitude and procedure competences, in relation to Geology and Natural Sciences subject matters.

ÍNDICE

	Pág.
1 - Introdução	1
1.1 - Contextualização da investigação	4
1.1.1 – Questão-problema	4
1.1.2 - Hipóteses de investigação	5
1.2 - Objetivos da Investigação	5
2 – Importância da criação de modelos no ensino	5
3 – A história da Terra e a evolução da espécie humana	18
3.1 - A evolução do Homem	22
3.2 - Paleoambientes e paleoclimas	26
3.3- A evolução do crânio	27
3.4 - A evolução da dentição	29
3.5 - A evolução e migração do Homem moderno	30
4 - Metodologia da investigação	34
4.1 – Método de investigação	34
4.2 - Técnicas de recolha e tratamento de dados	35
4.2.1 – Observação indireta	36
4.2.2 - Observação direta	39
4.2.3 - Análise documental	41
4.3 - Seleção e caracterização da amostra	41
5 - Descrição e implementação da atividade	44
5.1 - Metodologia de trabalho adotada	44
5.2 - Materiais construídos para a atividade	47
6 - Análise e interpretação dos dados	55
6.1 - Análise e interpretação dos inquéritos aos professores	55
6.2 - Análise e interpretação dos inquéritos de pré e pós avaliação formativa	60
6.3 - Análise e interpretação dos inquéritos de avaliação do ensino e da aprendizagem	63
6.4 - Análise e interpretação da grelha de observação	69
7 - Considerações finais	71
7.1 - Conclusões da investigação	71
7.2 – Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações	75

Referências Bibliográficas	77
Anexos	88
Anexo I – Questionário enviado aos professores	89
Anexo II – Carta dirigida aos professores	93
Anexo III – Questionário de avaliação formativa dirigido aos alunos	95
Anexo IV – Grelha de observação	98
Anexo V – Questionário de avaliação do ensino e da aprendizagem	100
Anexo VI – Materiais de apoio utilizados no decorrer da atividade	103
Anexo VI.I – Excerto de notícia	104
Anexo VI.II – A evolução do Homem	107
Anexo VI.III – A evolução e migração do Homem moderno.....	111
Anexo VI.IV – Variações climáticas e a evolução do Homem.....	113
Anexo VI.V – A migração dos humanos anatomicamente modernos	115
Anexo VII – Análise de resultados dos questionários de avaliação formativa.....	117

Índice de Figuras

Figura 1 – Processos de produção do conhecimento e suas relações	16
Figura 2 - Organigrama de métodos de datação dos principais acontecimentos da história da Terra	18
Figura 3 – Enquadramento geográfico e geológico dos locais que desencadearam a evolução dos primeiros homínídeos	23
Figura 4 – Reconstituição dos crânios do <i>Australopithecus africanus</i> e do <i>Australopithecus afarensis</i>	27
Figura 5 – Reconstituição do crânio do <i>Homo habilis</i>	28
Figura 6 – Reconstituição do crânio do <i>Homo erectus</i>	29
Figura 7 - Distribuição do <i>Homo erectus</i>	31
Figura 8 – Imagens do modelo do <i>Australopithecus africanus</i> construído	49
Figura 9 - Imagens do modelo do <i>Homo erectus</i> construído	50
Figura 10 - Imagens do modelo do <i>Homo sapiens neanderthalensis</i> construído	50

Figura 11 – Imagens do crânio do <i>Homo sapiens sapiens</i> e dos quatro crânios apresentados	51
Figura 12 - Modelos de dentição	52
Figura 13 – Imagens ilustrativas da atividade “Migração do Homem Moderno” desenvolvida na sala de aula	53
Figura 14 - Gráfico da percentagem de dificuldades encontradas pelos alunos no ensino e na aprendizagem destas aulas	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resultados sobre a frequência e percentagem da criação/construção de materiais didáticos (N=4)	56
Tabela 2 – Resultados das sugestões que podem contribuir para melhorar a criação/construção de matérias didáticos (N=4)	57
Tabela 3 – Resultados das áreas onde se verifica a criação/construção de materiais didáticos pelos professores inquiridos (N=4)	58
Tabela 4 – Resultados dos aspetos de justificam a ausência da criação/construção de materiais didáticos na temática – A evolução do Homem (N=4)	59
Tabela 5 – Resultados das respostas corretas nos inquéritos de avaliação formativa (N=14)	61
Tabela 6 – Resultados obtidos sobre a gesta do ensino e da aprendizagem (N=14)	64
Tabela 7 – Resultados obtidos sobre os elementos facilitadores que os alunos encontraram no ensino aprendizagem destas aulas (N=14)	67
Tabela 8 – Resultados obtidos sobre o contributo dos modelos no ensino e aprendizagem destas aulas (N=14)	68
Tabela 9 – Resultados obtidos sobre a motivação dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14)	68
Tabela 10 – Resultados obtidos sobre o interesse dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14)	69
Tabela 11 – Resultados obtidos sobre a participação espontânea dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14)	70

Tabela 12 – Resultados obtidos sobre a participação solicitada dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14)	70
Tabela 13 – Resultados obtidos sobre a pontualidade dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14)	70

1 – Introdução

O que faz o carácter racional do que se diz ou faz não é a apenas o saber, mas antes o uso ou aplicação deste saber.

Habermas (in Abreu, 1992:6)

Na tentativa de levar até aos ambientes escolares novas alternativas para o incentivo das práticas pedagógicas o estudo “Evolução do Homem na Terra”: sugestões e materiais, pretende ser um contributo para a criação de materiais didáticos pelos professores para o ensino da Geologia com o intuito de despertar maior interesse dos alunos para esta temática, dado se ter constatado a falta de recursos para exposições e exemplificações em sala de aula.

As estratégias aplicadas na sala de aula ou em atividades no exterior pretendem apresentar realidades do quotidiano do estudante a partir das quais surgem questões e problemas posteriormente trabalhados pelo mesmo. Este estudo nasceu da necessidade de se verificar a eficácia de aulas que utilizem recursos práticos no ensino da Geologia. A conceção de variados recursos didáticos no ensino da Geologia tem como principal intuito cativar mais os alunos para esta disciplina, que no 12º ano é opcional, e em que as atividades sugeridas para ações práticas são limitadas à leitura e interpretação de textos, cópias de mapas e aulas expositivas. Nos manuais são raras as sugestões laboratoriais e as atividades propostas enquadram-se fundamentalmente em formatos fechados, do tipo demonstrativo/verificativo. Não quer dizer que o professor deixe de estimular a leitura e valorizar a teoria e o conhecimento, mas deve procurar novas formas de atrair o aluno a alcançar o mesmo.

O currículo de Geologia, que entrou em vigor no ano letivo de 2003/04 introduz novas orientações que segundo os autores visam “dar uma maior atenção ao desenvolvimento da Geologia como ciência (história da Ciência)” (M.E., 2004). Não basta conhecer conceitos e teorias, é também necessário compreender a sua formação e desenvolvimento. “Avaliar teorias científicas, no sentido de compreender as suas mudanças temporais, poderá contribuir para uma outra forma de orientar o ensino da Geologia. Uma perspetiva histórica ajudará os alunos a desenvolverem o sentido crítico e a criatividade, uma vez que os conhecimentos não são apresentados como entidades

definitivas e terminadas, mas sim como entidades que vão evoluindo no tempo. Além disso, é importante, na sociedade atual, ser capaz de identificar as principais características do raciocínio científico. Só desse modo é possível distinguir a ciência de outras formas de conhecimento” (M.E., 2004).

Não obstante a ênfase da importância do uso de modelos como recurso pedagógico, é referido por vários autores, que a elaboração de materiais didáticos deve sustentar as práticas pedagógicas dos professores dado que facilitam a concretização das aprendizagens prenunciadas no atual currículo. Segundo Marques & Rebelo (2005), a disponibilização de materiais didáticos que viabilizem uma multiplicidade de abordagens complementares de temas geológicos e que valorizem as dimensões cultural e social do conhecimento, pode ajudar os professores a promover, na sala de aula, no laboratório ou campo, formas de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, rompendo com as habituais práticas reducionistas. Para De Pro Bueno (1998), são de elevada relevância as estratégias que permitem o desenvolvimento dos conteúdos processuais: conjunto de ações, nas quais se incluem destrezas cognitivas e manipulativas, técnicas, estratégias, entre outras, levadas a cabo pelos alunos, orientadas fundamentalmente para a Resolução de Problemas e trabalho laboratorial problematizante.

Pretende-se fazer algumas sugestões didáticas suscetíveis de serem utilizadas pelos professores nas suas aulas. Partiu-se da hipótese de que é necessário adaptar conteúdos, abordagens e elaborar novos materiais didáticos destinados a tratar conteúdos básicos dos estudos da Terra. Mais, relacionar conteúdos geológicos e biológicos, mediante problemas interdisciplinares que envolvam o estudo do planeta e questões biológicas, isto é, assinalar dimensões filosóficas e históricas dos estudos da ciência do sistema Terra para buscar pontos de convergência com os estudos biológicos do ambiente terrestre.

Os assuntos e temas abordados na sala de aula, deveriam revelar a relação existente entre eles e o modo como intervêm nos diferentes sistemas que suportam a vida na Terra, mais deveriam estabelecer uma ligação entre as diferentes disciplinas, contribuindo desta forma para que o aluno venha a desenvolver determinadas competências, e criar uma imagem mais genuína da realidade.

O conceito de aprendizagem tem como intuito desenvolver no estudante as competências necessárias para que, quando confrontado com vivências semelhantes durante a sua vida profissional as possam ultrapassar sem dificuldade.

Este estudo pretende contribuir para uma relação interdisciplinar entre assuntos da Geologia e das Ciências Naturais, e avaliar as competências que os alunos podem desenvolver quando confrontados com materiais de cariz interdisciplinar apresentados na sala de aula com recurso a uma metodologia de Resolução de Problemas. A partir da interdisciplinaridade pretende-se que os alunos possam desenvolver competências de modo a criarem perspetivas de que a Evolução do Homem na Terra resulta de uma interação de processos e mecanismos de diversas naturezas e que são estudadas pelas diferentes áreas científicas. As competências que se pretendem verificar são de natureza conceptual, procedimental e atitudinal.

Esta investigação encontra-se dividida em três fases. A primeira é caracterizada pela elaboração dos materiais que abordam o tema Evolução do Homem na Terra, em função das competências que se pretendem desenvolver nos alunos. Posteriormente, aplicam-se os materiais na sala de aula, tendo em conta a metodologia da Resolução de Problemas, onde serão analisados e trabalhados pelos alunos em conjunto com a professora.

A última fase consiste na verificação e análise das diferentes competências desenvolvidas ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, com a finalidade de averiguar a eficácia dos materiais elaborados e as estratégias de aprendizagem aplicadas, tratando-se assim de uma Investigação em Avaliação.

Os dados que foram analisados para esta investigação foram obtidos a partir de questionários realizados aos alunos da turma onde foi implementado este estudo e a professores que lecionam a disciplina de Geologia no 12º ano. Através dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o principal objetivo deste estudo foi alcançado, uma vez que a partir de uma abordagem interdisciplinar entre a Geologia e as Ciências Naturais, e tendo em conta os materiais construídos, os alunos desenvolveram competências estabelecidas no início da investigação.

1.1 - Contextualização da investigação

Depois de efetuar uma análise aos programas da disciplina de Geologia e das Ciências Naturais seguidos no ensino secundário e no 3º ciclo, respetivamente, foi possível verificar uma relação entre as temáticas abordadas nas diferentes disciplinas, como por exemplo, ver de que modo os diferentes paleoclimas e paleoambientes condicionaram a evolução do Homem.

A abordagem interdisciplinar de forma a promover uma compreensão mais articulada do modo como os subsistemas funcionam, como interação e de como condicionam a evolução do homem podem contribuir para o desenvolvimento de cidadãos mais informados, com competências para participarem e fomentarem a exploração de temáticas de forma crítica e interventiva e assim compreenderem o mundo e a sua evolução.

Perante este problema, este estudo foi desenvolvido com a intenção de estabelecer uma relação entre temáticas da Geologia (Evolução do Homem na Terra) e das Ciências Naturais (A Terra conta a sua História) e verificar se os alunos desenvolveram as diversas competências pretendidas quando confrontados com materiais construídos para o efeito.

1.1.1 - Questão-problema

Nesta investigação pretende-se resolver as seguintes questões problemas:

Será possível estudar de forma interdisciplinar “A Evolução do Homem na Terra” e a “Terra conta a sua História”?

Qual a importância dos materiais construídos e das atividades realizadas pelo professor para o ensino e aprendizagem?

1.1.2 - Hipóteses de investigação

As hipóteses elaboradas para esta investigação em função das questões-problema consistem:

- O recurso a materiais de cariz interdisciplinar na abordagem da “Evolução do Homem na Terra” e a “Terra conta a sua História” pela metodologia de Resolução de Problemas propicia o desenvolvimento adequado de competências;
- O recurso a modelos *hands-on* propicia o desenvolvimento adequado de competências.

1.2 - Objetivos da investigação

Ao longo desta investigação, pretende-se atingir objetivos de modo a verificar as hipóteses apresentadas anteriormente:

- Construir materiais de cariz interdisciplinar sobre a “Evolução do Homem na Terra” e “A Terra conta a sua História”;
- Implementar na sala de aula uma metodologia de ensino em Resolução de problemas, na abordagem interdisciplinar dos assuntos referidos;
- Avaliar se as competências previamente definidas foram desenvolvidas.

2 – Importância da criação de modelos no ensino

Toda a ação desenvolvida pelo professor, desde a conceção e planificação ao desenvolvimento didático e à avaliação do aprendido – processo de desenvolvimento curricular – é em si mesma de natureza estratégica.

Roldão (2009:56)

O planeamento do ensino tem sido uma das áreas-chave de investimento, para planear, o professor mobiliza um conjunto de conhecimentos, experiências e procedimentos (relativos ao saber disciplinar, ao saber didático e pedagógico), mas também à sua perceção da realidade e da forma de agir sobre ela que justificam e apoiam a

tomada de decisões. Planejar é correr riscos, ousar experimentar e delinear cenários de intervenção (Leite, 2010). A preparação cuidadosa de uma aula pode constituir um passo interessante no desenvolvimento profissional do professor, nomeadamente, pela reflexão que proporciona sobre as suas práticas e que a qualidade da ação educativa tem impacto positivo nas aprendizagens do aluno (Reis, 2011).

Ensinar consiste em *fazer aprender*, desenvolver uma ação especializada, fundada em conhecimento próprio, de fazer com que alguém aprenda alguma coisa que se pretende e se considera necessária, isto é, de acionar e elaborar um conjunto variado de dispositivos que promovam ativamente a aprendizagem do outro, dado considerar-se que é no modo como se ensina que se encontrará as potencialidades que viabilizam, promovem e facilitam a aprendizagem do outro e só é significativa se este se apropriar dela ativamente.

Ensina quem sabe ensinar, porque sabe (saber educativo) o que ensina, e sabe como ensinar, a quem e para quê.

Segundo Alarcão (1994), o conceito de professor reflexivo surgiu como reação à conceção tecnocrática de professor, mero aplicador de *packages* curriculares pré-enlatadas numa perspetiva descendente de racionalidade técnica.

Para Reis (2011) as atividades para as aulas são selecionadas com base nos critérios de comodidade para o professor e não de necessidade dos alunos, pelo que o trabalho aqui apresentado pretende ser um estímulo à literacia científica de todos aqueles que ousam inovar no ensino e na aprendizagem. Espero que a sugestão de criação de modelos sobre Geologia não sirvam somente para a apropriação de conhecimentos, mas também para sensibilizar os professores para a importância desses materiais, motivando a construção de novos modelos ou novas alternativas de ensino, despertando cada vez mais o interesse do educando. Mais, que estes materiais contribuam para a caminhada feita pelos alunos, desde a defesa das suas ideias, passando pelo confronto com as dos colegas e as do professor, até à interpretação de forma refletida e bem fundamentada em novos dados ou em novas interpretações para que se criem verdadeiras situações de aprendizagem.

Cañal (2011) enumera um conjunto de conhecimentos e capacidades que um professor de Ciências deve possuir, e entre elas refere, capacidade de selecionar bons objetos, com elevada potencialidade didática.

Ser professor reflexivo baseia-se na consciência da capacidade de pensamento e reflexão que caracteriza o ser humano como criativo e não como mero reproduzidor de ideias

e práticas que lhe são exteriores, que reflete em situação e constrói conhecimento a partir do pensamento sobre a sua prática e que transpõem para a comunidade educativa que é a escola (Alarcão, 2003).

Há uma relação entre planeamento, ensino e aprendizagem, no entanto, um bom planeamento não é sinónimo de um bom ensino e consequentemente uma boa aprendizagem, mas certo é que um bom planeamento é o fio condutor para uma efetiva aprendizagem.

Segundo Amador (1998), uma questão crucial para o professor da Geologia é saber quais as estratégias de ensino a selecionar para que os alunos se apercebam das relações espaço-temporais entre os fenómenos geológicos. Também ao nível da Geologia é necessário fazer a transposição dos conhecimentos factuais, isolados no tempo, para perceções mais globalizantes em que as formas e os processos sejam percebidos e estruturados através das suas relações espaço-temporais. É neste contexto que surge a necessidade de modelização do real, para a qual os modelos criados pretendem contribuir bem como o relacionar e conteúdos disciplinares já abordados. Portanto, o desenvolvimento de projetos que promovam um diálogo entre a cultura de investigação e a cultura de ação (Marques *et al.*, 2004).

O professor, como o artista, é um investigador. O artista de êxito é aquele que, ativamente, procura o conhecimento, a verdade e o desenvolvimento pessoal. Possui amor pelas ideias e sente necessidade de progredir nas suas buscas e procura melhores formas de compreender e fazer compreender os seus alunos.

O professor medíocre conta. O bom professor explica. O professor superior demonstra. O grande professor inspira.

William Artur Ward

Marques & Rebelo (2005) realçam que a forma como os docentes fazem a adaptação de materiais inovadores, para os diferentes espaços da aprendizagem, depende muito do valor educativo que estes lhe conferem, bem como, da própria imagem que têm da ciência.

Segundo Amador (1998) as aulas não devem ser espaços repetidos; são lugares de aprendizagem para o aluno e, ao mesmo tempo, para o professor. Para desenvolver um

ensino passivo, apenas transmissivo, nada melhor que a falta de materiais (Domingos *et al.*, 1987).

Para Stenhouse (1987), o caminho para o virtuosismo não é uma imitação dos outros ou a aplicação de modelos previamente definidos, mas sim, o encontro do seu próprio estilo, a convergência da ideia com a forma. Evoluir é próprio de uma sociedade: evoluir na emancipação e valorização do Homem e do Cidadão ou evoluir em degenerescência e em retrocesso. Só na morte há paragem. Educar para a fixidez é impossível, por ser antinatural (Domingos *et al.*, 1987).

A noção de professor-investigador, tem hoje plena atualidade, onde a conceção atual do currículo e de gestão curricular reclama que o professor não seja um mero executor de currículos previamente definidos ao milímetro, mas um decisor, um gestor em situação real e um intérprete crítico de orientações globais (Alarcão, 2001). O professor-investigador tem poder sobre o que faz com fundamento no saber que possui, tendo como intuito o desempenho, verdadeiramente profissional, da sua função.

Na obra de Stenhouse, o autor considera que a “investigação e o desenvolvimento curriculares devem pertencer aos professores” (1975:142) e que “o desenvolvimento curricular de alta qualidade, efetivo, depende da capacidade dos professores adotarem uma atitude de investigação perante o seu próprio ensino” (1975:156).

Num texto de 2000, publicado na Revista Inovação, Reis Monteiro refere-se à distinção profissional a propósito da análise do estatuto de várias atividades e – que pode ir da categoria de técnico à de artista, da de funcionário à de profissional, em termos de análise e tipificação sociológica das atividades sociais. Esta distinção centra-se na natureza e na especificidade do saber.

Na formação de professores deve existir sempre uma procura, tanto por conteúdos (atualização científica), como por formas de ensinar. Consiste num *saber-fazer-bem*, isto é, numa atividade que pressupõe um saber, mais ou menos complexo, e critérios de sucesso (Monteiro, 2000). Segundo Stenhouse (1987) o processo de desenvolvimento da arte no artista encontra-se sempre associado a uma mudança nas ideias e na prática. Um artista torna-se estereotipado ou negligente quando deixa de se desenvolver. A Didática tem como função criar; como na arte, repetir é anular (Amador, 1998). Para Roldão um dos objetivos da formação dos professores é “formar para saber descrever, investigar e questionar as práticas no plano curricular” (2000:19-20). O professor é um construtivista que processa

informação, toma decisões, gera rotinas e conhecimento prático e possui crenças que influenciam a sua atividade profissional (Marcelo, 1995).

Julgo que é intuito de qualquer professor descobrir as razões que justificam as dificuldades de aprendizagem e encontrar as soluções para esse problema. Pretende-se que o professor não seja considerado como simples técnicos de educação, mas sim, como profissionais reflexivos (Carr & Kemmis, 1986). As melhores práticas são as que claramente encorajam o professor a explorar com os seus alunos, a agir como um guia e um consultor, a tornar-se um organizador da aprendizagem em vez de fornecedor de factos (Garson, 1991).

Para Tavares & Marques (2007) as orientações pedagógico-didáticas apresentadas pelos professores em aula no que respeita à escolha de estratégias, entre as quais se encontra o trabalho prático tipo investigativo, à problemática, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e à resolução de problemas condicionam o papel ativo do aluno no âmbito dos processos de ensino e aprendizagem.

Neste trabalho pretendeu-se pois, propor elementos de estudo que, pela sua pertinência, contextualização e rigor, facilitem aos professores a articulação sempre difícil entre a investigação e a inovação no seu ensino. Em última análise, trata-se de ajudar a promover o seu crescimento profissional, fundamentar a sua prática pedagógica e, ao mesmo tempo, sugerir novas abordagens para alguns conteúdos programáticos, na medida em que o nível de responsabilidade dos professores quanto à tomada de decisões relativamente à escolha das experiências de aprendizagem para os seus alunos, continua a ser sentida como um obstáculo à consecução dos objetivos preconizados.

O professor deverá ter em consideração, ao abordar conteúdos conceptuais, as conceções alternativas dos alunos, adaptando os materiais e as estratégias de ensino.

Amador & Silva (2004:7)

A Geologia está intimamente relacionada com a utilização de representações gráficas. Para os alunos, os gráficos, mapas e diagramas são muitas das vezes sinónimos da própria Geologia. Esta identidade comprovada entre uma disciplina e os seus instrumentos é significativa da importância que as imagens possuem nesta área do conhecimento

(Amador, 1998). A comunicação visual em Geologia pode estar relacionada com uma simples troca de informação, discussão de resultados ou de hipóteses surgidas ao longo de uma investigação, discussão sobre as aplicações tecnológicas e respectivas prioridades, mas pode também estar relacionada com os processos de ensino e aprendizagem das ciências geológicas. Por razões de sistematização, existe uma fase de construção do conhecimento e uma fase de transmissão desse mesmo conhecimento que, no caso da Geologia, tanto para a primeira como para a segunda fase, é imprescindível o uso das imagens (Amador, 1998) e dos modelos.

Aprender a partir da exploração e análise dos fenómenos do contexto é mais motivante, proporciona um contexto concreto que pode ser manipulável, isto é, metodologias de ensino em que se dê mais relevo à atividade cognitiva dos alunos.

O ensino precisa de ser criativo neste seguimento, os pensamentos criativos são tidos como consequências normais no desenvolvimento da criatividade (Pereira, 2007), ou seja, a criatividade é tanto uma atitude perante a vida, como uma questão de talento (Vigotsky, 1990).

Para Pereira (2007), apesar das diretrizes do ministério da educação fazerem referência à criatividade, estas não parecem estar contempladas nos manuais escolares.

Os conteúdos não devem ser obstáculos para o desenvolvimento da criatividade, mas sim um veículo para acrescentar a ideação através dos conteúdos figurativos, simbólicos, semânticos ou comportamentais.

Martins (2000:9)

Segundo Pereira (2007), os alunos devem começar a tomar contato com coisas à sua volta, incluído dispositivos, organismos e materiais, e a observá-las, a colecioná-las, a manipulá-las, a descrevê-las, a ficar intrigado com elas, a colocar questões sobre elas, a argumentar acerca delas e, por fim, a tentar encontrar respostas para essas questões levantadas.

Para Demo (citado em Carreira, 2000), a sala de aula deixou de ser um espaço onde se transmitem conhecimentos, passando a ser um espaço onde se procura e onde se produz conhecimento. Uma conceptualização da escolarização neste sentido implica a utilização de estratégias de organização das aprendizagens que assentem no próprio aluno e

promovam a sua capacidade de auto e hétero-aprendizagem, isto é, os professores são estruturadores e animadores das aprendizagens e não apenas estruturadores do ensino (Alarcão, 2003).

A educação deve ser de formação dos alunos a todos os níveis, aproveitar o potencial criativo e estimulando-os para serem indivíduos mais atentos e participativos. Desenvolver nos alunos capacidades que permitam o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo; levá-los a aprender a aprender, a saberem tomar uma decisão, a compreenderem o real na sua relação com o ideal, a saberem trabalhar em cooperação, em rede, em sistema e a serem capazes de conviver com os outros sem deixar de serem quem são (Alencar, 1999). Segundo Melo & Marques (2005), dos resultados de diversas investigações emergem orientações que apontam no sentido de se desenvolver estratégias de ensino e aprendizagem de cariz investigativo.

Contribuir para o desenvolvimento de uma sociedade cientificamente literada constitui um dos atuais desafios da Educação científica. As Ciências em geral, e neste caso em particular as Geociências podem desempenhar um papel central na resposta a este desafio, porque podem contribuir para uma melhor compreensão do mundo natural e das interações que o caracterizam (Marques & Rebelo, 2005). O currículo formal deve ser encarado como “mundo de intenções”, que admite diferentes formas de realização ou adaptações, face à situação real do ensino (Zabalza, 1994).

A comunicação visual apresenta um papel fundamental na sociedade moderna. Grande parte da informação que os jovens recebem é obtida através de imagens provenientes de cartazes, jornais, revistas, cromos, banda desenhada, filmes, televisão, videojogos, CD-ROM, etc. Procura-se uma maior eficácia na utilização das imagens no ensino da Geologia, uma vez que, se não é possível trazer o objeto desta ciência para dentro das salas de aula, então serão as imagens a estarem presentes em todas as nossas aulas de Geologia. Mas esta proliferação de imagens pode conduzir à passividade, se estas não se apresentarem como uma proposta de reflexão (Amador 1998).

Um estudo sociológico realizado às mensagens veiculadas pelas imagens dos manuais escolares de Ciências, por Botelho *et al.* (2002), demonstrou que estas podem remeter tendencialmente para um desprestígio ou promoção do estatuto social de um dos sexos, pelo que o uso indiscriminado de imagens pode não veicular os princípios essenciais para o desenvolvimento pessoal e social, em direção à igualdade.

Segundo Amador (1998), a educação científica, transformou-se nos últimos anos numa alfabetização iconográfica. Por isso, além da transmissão dos conteúdos científicos, as crianças devem ser educadas para a compreensão da comunicação visual; não como destinatários passivos dessa mesma comunicação, mas sim como indivíduos capacitados para selecionar e criticar as mensagens que recebem da sociedade, através da escola.

Em relação às imagens transmitidas pela Ciência, estas deverão permitir ao aluno o desenvolvimento do sentido crítico e da criatividade. O ensino das ciências limita-se, muitas vezes, à transmissão de teorias através de imagens, não permitindo uma discussão entre a adequação da figura selecionada ao conteúdo teórico, nem por outro lado, motivando o desenvolvimento da imaginação dos alunos através do incentivo à criação de novas imagens. O desenvolvimento do pensamento crítico pode ser considerado uma condição necessária, embora não suficiente, para a criatividade (Nickerson *et al.*, 1987).

O excesso de estímulos visuais com que bombardeamos os nossos alunos pode traduzir-se numa dificuldade mental para que estes procedam à sua ordenação, não chegando portanto a prestar atenção a nenhuma das imagens. Alguns autores começam já a falar da necessidade das imagens possuírem um espaço de ressonância, em que através da diminuição do número de estímulos, se obrigue a percepção, a centrar-se com mais pormenor num objeto. A utilização excessiva de imagens através dos seus diferentes suportes (fotografias, filmes, vídeos, software, etc.) pode conduzir a uma superficialidade sem interesse para os processos de aprendizagem.

Uma revalorização do papel das imagens em termos didáticos passa não só pela sua utilização de forma criativa, como também por lhes atribuírmos uma maior diversidade de funções. Segundo Amador (1998), as imagens na educação científica devem ser valorizadas, pois:

- a imagem deve ser vista como uma oportunidade para pensar; a imagem não é apenas um modo de transmitir conhecimento, mas também uma parte do ato de pensar;
- a imagem é uma forma de organizar ideias e desenvolver a comunicação;
- o valor didático de uma imagem está relacionado com a sua capacidade de gerar ideias;
- a imagem deve permitir a recuperação de informação anterior, facilitando posteriores associações e construções de analogias;
- a imagem deve potenciar e incentivar o desenvolvimento de atitudes inquiridoras.

As imagens são, ao mesmo tempo, processo e conteúdo. Isto porque, se por um lado, fazem intuir relações, conseqüentemente provocam mudanças nas nossas próprias imagens mentais.

A utilização de imagens, por vezes, substituem os objetos, isto é, a imagem substitui a experiência sensorial direta da realidade, por uma experiência indireta da mesma que resulta de uma interpretação realizada por terceiros. O processo de substituição de uma observação indireta por uma observação direta tem implicações sensoriais e pedagógicas importantes no desenvolvimento do aluno, pois muitas das imagens que os nossos alunos recebem estão modelados por critérios estéticos e ideológicos podendo criar a tendência de uma única realidade visível. Os materiais são potenciais indutores de desenvolvimento de uma capacidade comunicativa e, ao mesmo tempo, criativa mais eficaz que muitos textos escritos (Metz, 1972).

A disponibilização de materiais que viabilizem uma multiplicidade de abordagens complementares de temas geológicos e que valorizem as dimensões cultural e social do conhecimento, pode ajudar os professores a promover na sala aula, no laboratório ou campo, formas de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, rompendo com as habituais práticas reducionistas (Amador, 1998).

O manual escolar deve ter um estatuto de auxiliar e, simultaneamente, de suporte de conhecimentos e de competências, quer para professores quer para alunos dado que refletem aspetos da sociedade que os produz, na medida em que são veículos de transmissão do sistema de valores de uma cultura, do nível de conhecimento que esta detém, dos principais estereótipos da sociedade, do seu poder económico, etc.

A maior parte dos historiadores de Geologia (Ellenberger, 1989; Gohau, 1988) consideram que só a partir do século XVIII é que existe uma verdadeira ciência geológica. Não obstante em tempos anteriores se terem realizado observações rigorosas e se terem mesmo proposto algumas explicações corretas em relação a determinados fenómenos, faltava no entanto os grandes princípios, modelos e teorias que iriam dar corpo a esta ciência (Amador, 1998).

A maior parte da nossa atividade está assente na manipulação das nossas representações ou modelos da realidade. Os modelos, na medida em que são representações da realidade, constituem-se como instrumentos proporcionados pela nossa cultura e que nos auxiliam na compreensão do que nos rodeia (Amador, 1998). Assim,

entende-se que a dialética entre a linguagem verbal e a linguagem visual é utilizada quando os alunos caracterizaram o modelo destinado.

Damásio (1995) considera que o conhecimento factual chega à mente sob a forma de imagens e que estas são a base do raciocínio, podendo ser visuais, sonoras ou olfativas. Além disso, o termo imagem, quando utilizado no âmbito da epistemologia da Ciência, também pode estar sujeito a outro tipo de conotações, estabelecendo-se uma associação entre imagem e modelo. Para Giordan & Vecchi (1988), a definição que estabelecem de modelo inclui a de imagem:

(....) uma construção, uma estrutura que podemos utilizar como referência: uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, para fazê-lo assim mais diretamente assimilável.

Segundo Amador (1998), em termos epistemológicos, a noção de modelo e a de imagem podem-se relacionar.

Um modelo é uma representação ou formulação conceptual. Pretendem ser transmissores de conhecimento científico.

Nas atividades *hands-on*, tem-se como pressupostos a descoberta e o princípio de que “aprende-se a fazer fazendo”, pautam-se em atividades, valorização da ação, a manipulação e a experimentação, isto é, materiais criados, investigados e explorados pelos professores em prol do ensino e da aprendizagem. Segundo Cachapuz (1997), importa construir materiais curriculares inovadores que os professores tenham ao seu alcance para utilizarem ou reestruturarem para o seu quotidiano de trabalho.

Nacarato (2005) refere que o uso de materiais manipuláveis no ensino foi destacado pela primeira vez por Pestalozzi, no século XIX, ao defender que a educação deveria começar pela perceção de objetos concretos, com a realização de ações concretas e experimentais. Todavia, refira-se que o uso pelo uso do material por si só não garante uma melhor aprendizagem, é necessário a mediação do professor.

Mas tudo tem um porém, a utilização inadequada da interatividade *hands-on* também abriu espaço ao desenvolvimento de experiências com final fechado, que não possibilitam múltiplas respostas, o confronto de situações e nem à reflexão do participante. A ladainha tipo “aperte aqui, vai acontecer isso e a explicação é essa” reflete uma postura

pedagógica, lamentavelmente ainda muito comum no ensino das ciências, em que o aluno, é um mero depositário de informações.

O ensino baseado na interpretação de factos fomenta o conflito cognitivo e a aprendizagem sucede-se. Numa dialética de assimilação-acomodação, na linguagem piagetiana, os alunos adequam o seu pensamento a uma lógica de conhecimento que faça sentido relativamente ao fenómeno. O propósito fundamental de criar um clima psicológico favorável a uma aquisição de conteúdos.

Engelhardt & Zimmernann (1988) consideram que as imagens, e as imagens associadas aos modelos, possuem cinco funções, uma ligada ao da construção do conhecimento e as outras quatro ligadas ao processo de comunicação. A função epistemológica, que relacionada com o processo de construção do saber, nomeadamente para esboçar hipóteses; a função referencial, utilizadas principalmente para complementarem e ilustrarem informação textual; função metalinguística, quando o recurso a modelos ou imagens pode ser mais bem compreendida do que a partir de um texto; função apelativa, quando os modelos e as imagens pretendem atrair e manter a atenção dos alunos e facilitar a compreensão e aqui existe a preocupação de aproximar os materiais junto dos alunos, de modo que, ao ser reconhecida a percepção, se retenha nela; função estética, quando a forma e a clareza da representação é tida em conta.

Segundo Amador (1998), os modelos criados pela tectónica de placas são importantes não só pela função descritiva mas principalmente porque, a partir deles, podemos realizar operações.

Como refere Caldeira & Antunes (2006) investigações efetuadas por Mueller, Riess e Sichau com visitantes a Museus Tradicionais ou centros de Ciências, mostraram que quando estes realizaram experiências com réplicas de instrumentos históricos mostraram que este procedimento facilitava a aprendizagem e levava a observar o objeto sobre perspetivas diversificadas e não apenas a realçar um simples aspeto ou a fazer uma aproximação didática como, por vezes, acontece com a simples observação do instrumento. Os mesmos autores referem que o uso de réplicas permite atingir outros propósitos na comunicação e ensino da Ciência:

- servem para demonstrar a ligação entre a cultura científica e outras áreas culturais;
- são uma alternativa para mostrar instrumentos em lugares públicos;
- permitem estudar a história da Ciência;

- constituem excelentes oportunidades para divulgar a Ciência e a sua História.

Jiménez-Aleixandre (2011) afirma que produzir modelos com o objetivo de interpretar fenómenos naturais ajuda à construção do conhecimento (Figura 1), isto é, supõe usá-los e revirá-los e gerar novas ideias, em resposta a perguntas ou problemas. De certa forma, deseja-se enfatizar que a construção e o uso de modelos é uma grande ajuda não só da transmissão da informação, mas também na elaboração das ideias. Os modelos, objetos de preciosismo artesanal, exercem um fascínio e um interessante meio de aprendizagem onde a dimensão técnico-operativa e os conteúdos lúdicos se sobrepõem. São simultaneamente objetos de estudo, instrumentos de representação e resultados autónomos formais de um processo criativo.

Como tal, requerem uma extrema intencionalidade e conhecimento das características fundamentais do projeto.

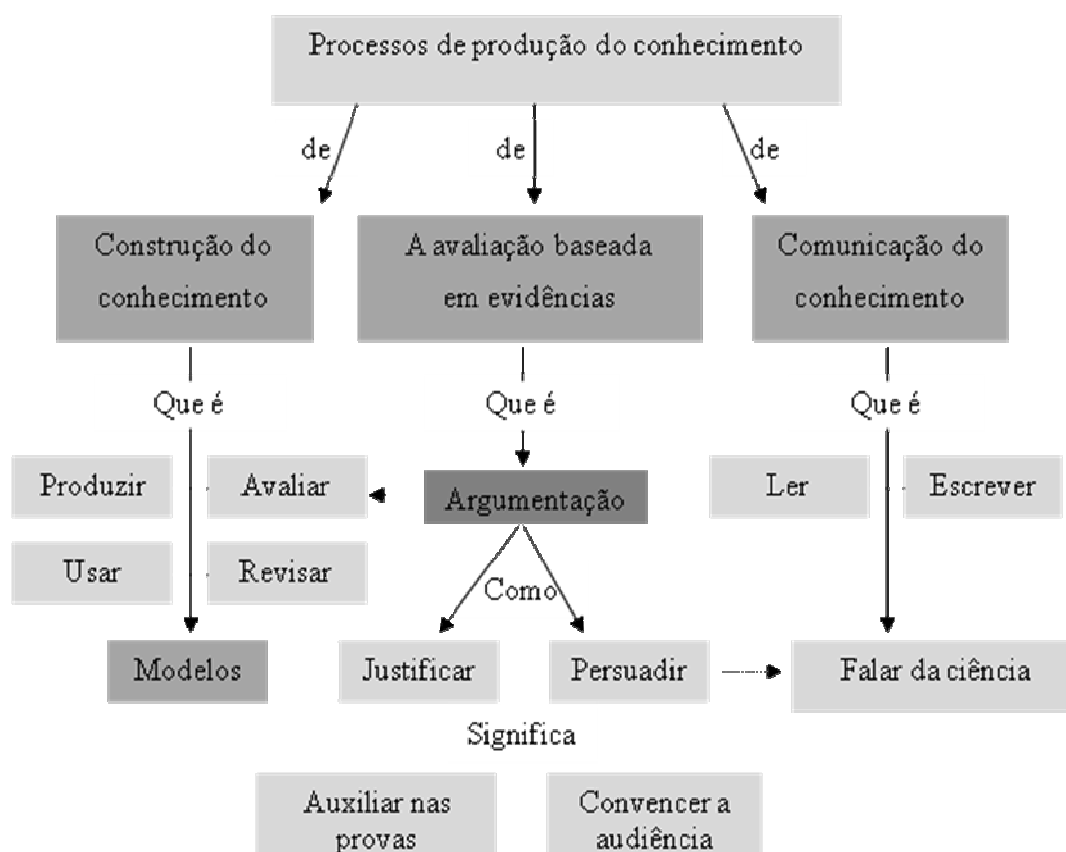


Figura 1 – Processos de produção do conhecimento e suas relações (Jiménez-Aleixandre, 2011:131).

Em Ciências, um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia que é produzido com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar a elaboração e teste de novas ideias, possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do objeto modelado (Gilbert *et al.*, 2000; Justi & Gilbert, 2002). A importância de modelos em Ciências é amplamente reconhecida entre os cientistas e filósofos da ciência (Giere, 1988; Magnani *et al.*, 1999; Morgan & Morrison, 1999), todos eles reconhecem que é através do processo dinâmico de elaboração e reformulação de modelos que o conhecimento científico é desenvolvido, apresentado e validado pela comunidade. Os modelos usados no ensino das Ciências podem ser usados pelos professores e/ou autores de materiais instrucionais com o objetivo específico de ajudar os alunos a entenderem algum aspecto que se deseja ensinar, que segundo Gilbert & Boulter (1995) são chamados de modelos de ensino. Na sequência do seu objetivo, um modelo de ensino deve preservar a estrutura conceitual do modelo científico ao qual ele se relaciona, assim como demonstrar a interação dinâmica entre pensamentos e ações da ciência. Embora um modelo não represente diretamente a realidade, um modelo capacita o sujeito que o possui a fazer previsões ou dar explicações quando trabalha com ele, pelo que, o envolvimento dos professores e alunos em processos de elaboração e revisão de modelos tende a favorecer a ocorrência de aprendizagem significativa.

3 – A história da Terra e a evolução da espécie humana

A Geologia é a ciência que estuda a Terra, nomeadamente os seus materiais rochosos, a sua origem, a sua história e a sua dinâmica (Mingote, 2002).

A Terra, não sendo uma formação estática, foi objeto ao longo de milhões de anos, de numerosos processos geológicos que a foram alterando (Roque *et al.*, 1998).

O “tempo geológico” constitui a essência da Geologia. A sua perceção e conceção geram muita confusão e constitui uma barreira para as aprendizagens no âmbito das Geociências (Trend, 2002).

Para determinar o tempo em que certos fenómenos ocorreram podemos utilizar duas metodologias. Uma recorrendo a datações relativas, outra recorrendo à datação absoluta.

O ramo da geologia que estuda o ordenamento temporal e espacial das rochas designa-se por Estratigrafia, em que a estratificação é uma característica fundamental das rochas sedimentares. A Estratigrafia possui vários ramos: litostratigrafia, biostratigrafia, cronostratigrafia e magnetostratigrafia (Figura 2).

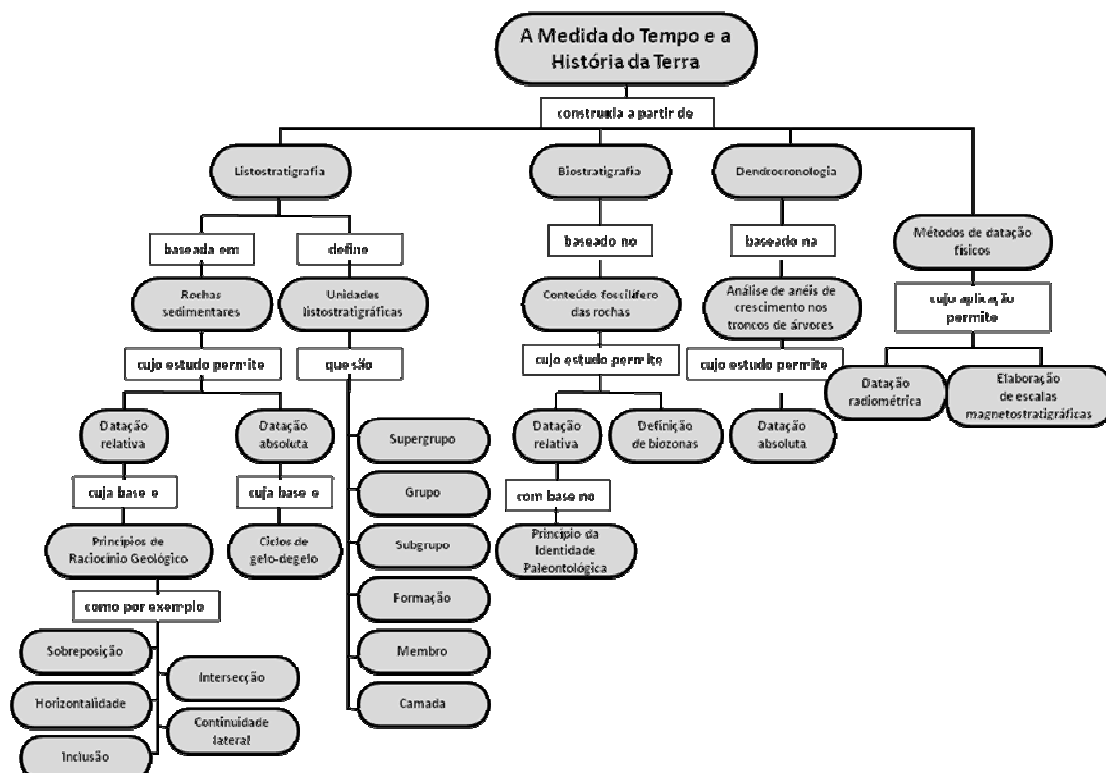


Figura 2 - Organograma de métodos de datação dos principais acontecimentos da história da Terra.

As rochas sedimentares dispõem-se em camadas, também designadas estratos, que equivalem a uma dada espessura de depósito mais ou menos homogéneo, separado das camadas contíguas por juntas de estratificação. A homogeneidade resulta de um processo sedimentar regular e contínuo, em que as condições ambientais e o tipo de sedimento se mantêm relativamente constantes. Quando ocorre alguma alteração nas condições ambientais ou, por outro lado, alguma alteração da sedimentação, fica registada por um contacto que se traduz numa superfície que marca a descontinuidade de dois estratos distintos – junta de estratificação.

Os estratos das rochas sedimentares revelam algumas características do ambiente de sedimentação do qual fazem parte e indicam a idade relativa. Esta não indica o tempo exato em que determinado acontecimento ocorreu, mas revela que esse fenómeno foi antecedido por um e seguido por outro.

A espessura de uma camada corresponde a um intervalo de tempo variável e os contactos, por vezes discordantes, são importantes para descrever a história geológica de uma área.

O primeiro cientista a relacionar a sequência de acontecimentos com os estratos sedimentares foi Nicolau Steno, físico dinamarquês do séc. XVII, a quem se devem alguns princípios importantes para determinação da idade relativa.

Para a datação relativa são importantes os fósseis, restos ou vestígios de seres vivos contemporâneos das rochas que aparecem. A fossilização pode realizar-se de maneiras muito diversas, dependendo de condições inerentes ao meio e ao ser vivo.

Nem todos os fósseis reúnem condições para a datação dos terrenos. Os mais importantes são os fósseis característicos – fósseis de idade - que correspondem aos seres vivos que tiveram pouca duração, mas com uma grande área de dispersão.

A datação relativa baseia-se numa série de princípios: da sobreposição dos estratos, da continuidade lateral, da horizontalidade inicial, da inclusão, da interseção e da identidade paleontológica.

No fim do século XIX e início do século XX fizeram-se várias tentativas de quantificar as escalas relativas, isto é, referi-las a uma cronologia expressa em números e, portanto, com valor absoluto.

A idade de uma árvore pode ser determinada através da contagem dos anéis de crescimento do seu tronco (Dendrocronologia). De modo semelhante, as camadas

sedimentares depositadas anualmente em lagos glaciares, designadas por varvas, podem ser contadas para determinar há quanto tempo o lago existe (Litostratigrafia).

Os métodos físicos de datação baseiam-se em fenómenos de radioatividade utilizando elementos radioativos que, pelo conhecimento de um período de semitransformação, permitem estabelecer cronologias absolutas (datação absoluta). A partir das datações, podem estabelecer-se escalas cronoestratigráficas que têm por base o andar.

Embora a datação radiométrica permita determinar a idade absoluta de uma rocha, os geólogos estão normalmente mais interessados na datação relativa, ou seja, na sequência em que os eventos tiveram lugar e, só depois é que o número de anos envolvido é relevante (Mingote, 2002).

Durante a história da Terra, iniciada há 4 600 Milhões de anos (M.a.), muitas transformações ocorreram quer sob o ponto de vista estritamente geológico quer sob o ponto de vista biológico.

A dinâmica do próprio planeta, assim como o constante bombardeamento de corpos vindos do espaço, essencialmente meteoros e cometas, faziam com que a Terra não apresentasse condições propícias para o desenvolvimento da Vida. Os primeiros tempos foram de tal modo conturbados, que os primeiros registos fósseis que se conhecem, correspondem a células muito rudimentares do tipo procarionte, que terão aparecido na Terra há 3 800 M.a..

Nessa altura, a Terra, ou mais propriamente os mares, eram povoados por organismos muito simples, constituídos por uma única célula muito rudimentar – seres unicelulares e procariontes, provavelmente bactérias que viviam sem necessidade de oxigénio, uma vez que este ainda não existia na atmosfera terrestre. Assim, desde a sua formação até ao aparecimento dos primeiros seres vivos, a Terra permaneceu um planeta sem vida durante, aproximadamente, 800 M.a..

Estes seres unicelulares, sem núcleo individualizado, terão sido os antepassados comuns a todos os seres vivos que, desde essa altura, se foram desenvolvendo e diversificando até aos nossos dias (Dias *et al.*, 2006).

A formação da primeira atmosfera terá sido consequência da dinâmica interna do planeta. Assim, a intensa atividade vulcânica, associada a outros fenómenos geotérmicos,

terá contribuído para que grandes quantidades de gases se libertassem do interior da Terra. Estes gases eram ricos em água na forma de vapor. Ao arrefecerem, o vapor de água condensou-se em nuvens espessas gerando-se, assim, as primeiras chuvas que contribuíram para formar mares e oceanos, embora incipientes. Estava, assim, constituído o “berço” no qual a vida iria aparecer (Dias *et al.*, 2006).

As alterações na composição química da atmosfera terrestre ao longo da história foram acontecimentos naturais que deram um forte contributo para que a atmosfera evoluísse.

No período compreendido entre 3 000 M.a. e 1 500 M.a. verificaram-se importantes modificações na composição da atmosfera terrestre. O hidrogénio livre acabou por desaparecer; o azoto tornou-se cada vez mais abundante passando a constituir mais de 60% da atmosfera e apareceram neste ambiente as primeiras bactérias, seguidas de algas azuis-esverdeadas, com capacidade para realizar a fotossíntese e produzir o oxigénio, até então ausente na atmosfera.

Estudos revelam que o primeiro oxigénio produzido por estes organismos fotossintéticos, ficou retido nos sedimentos marinhos, dando origem a uma formação sedimentar rica em materiais ferrosos oxidados devido à presença de oxigénio. Só quando a fotossíntese se tornou num processo comum, há 2 000 M.a. é que o oxigénio livre começou a ser abundante e foi-se acumulando na atmosfera.

As mudanças na atmosfera terrestre verificadas nos últimos 1 500 M.a., período que assistiu ao *Big Bang da Vida*, foram mudanças muito mais ténues e correspondem a uma evolução gradual e ligeira ao nível da composição verificada hoje na atmosfera terrestre (cerca de 78% de azoto e 21% de oxigénio). A composição atual da nossa atmosfera é muito semelhante à que se verificava há 570 M.a. (Dias *et al.*, 2006).

As primeiras células com uma organização bastante mais complexa do que as bactérias, com núcleo individualizado por uma membrana nuclear, que corresponderiam aos primeiros organismos eucariontes datam de restos fósseis de há 1500 M.a..

Segundo Cachão (2007), seres eucariotas multicelulares (algas) foram encontrados em rochas sedimentares com idades entre 1 100 e 800 M.a., em rochas das Formações Little Dal e Belt (Canadá). A origem dos metazoários ter-se-á desenvolvido já durante o Pré-Câmbrico. De todos os Reinos com registo fóssil, apenas os Reinos *Plantae* e, talvez, *Fungi* tiveram uma origem posterior, durante o Fanerozóico.

No início da Era Paleozóica, no Período Câmbrico, há cerca de 570 M.a., deu-se uma explosão de vida nos oceanos e mares. Esta grande diversidade de organismos é explicado pelo facto de, naquela época, a quantidade de oxigénio acumulado na atmosfera ser suficiente para absorver parte das radiações solares nocivas à maior parte dos seres vivos.

A passagem da Era Paleozóica para a Era Mesozóica é marcada por uma acentuada diminuição no número de famílias de seres vivos que existiam nessa altura no nosso planeta. Todavia, e apesar das novas alterações climáticas, houve animais, nomeadamente os répteis, que conseguiram adaptar-se através de modificações morfológicas e assim colonizarem novos *habitats*. No final desta Era, também conhecida como sendo a “Era dos Répteis”, um acontecimento, de natureza ainda algo controversa, fez com que os dinossauros e outros grupos de organismos se extinguissem, e então, foi possível a evolução dos mamíferos, que passaram a dominar a Era Cenozóica. Esta Era, também conhecida como “Era dos Mamíferos”, é a Era que estes organismos tiveram, e ainda têm, um grande desenvolvimento. O clima, durante a Era Cenozóica, foi caracterizado por períodos com um arrefecimento moderado, alterando com períodos de aquecimento. Contudo, e no final desta Era, durante o período Quaternário, a Terra esteve sob o efeito de glaciações que influenciaram a diversidade biológica.

3.1 – A evolução do Homem

A nossa espécie é o resultado de milhões de anos de evolução ao longo da História da Terra.

O termo Primata foi utilizado pela primeira vez em 1758 por Charles Linné, na 10ª edição da sua obra *Systema Naturae*, para designar o grupo formado pelo homem e pelos macacos. Atualmente a noção de Primata permanece a mesma, mas integra as formas ancestrais, comuns aos macacos e ao homem.

Aquele que se julga poder corresponder ao primata mais antigo surgiu ainda no final da Era Mesozóica. Este primata era de pequenas dimensões, alimenta-se de insetos e vivia nas árvores. Já possuía pulsos e tornozelos flexíveis para facilitar a subida às árvores, características que apontam na direção dos primatas.

O clima, a temperatura e a humidade elevada, que se fizeram sentir a meio do Período Terciário, favoreceram o desenvolvimento de densas florestas e, consequentemente, o desenvolvimento de símios que viviam nas árvores. O berço destas comunidades arborícolas deve ter sido em África e só mais tarde, se terão expandido para os continentes vizinhos.

É aceite pela comunidade científica que as mudanças climáticas ocorridas em África, e as alterações que causaram na vegetação, podem ter desencadeado a evolução dos primeiros homínídeos. No entanto, as causas da variação climática ainda não estão bem caracterizadas. Diversos estudos relacionam estas mudanças com contexto geológico do leste Africano. O estudo da formação do Grande Vale do Rifte Africano pode esclarecer estes aspetos (Figura 3). Estende-se ao longo de quase 6 000 km desde o Sudão até à África do Sul. Resultou da instalação de vários riftes há aproximadamente 8 M.a., e causou a elevação da região (devido à ascensão de elevadas quantidades de magma), formando planaltos com altitudes superiores a 3 000 m. O regime distensivo que se gerou levou à formação de vales e lagos profundos nestes planaltos, associados à presença de falhas normais. A formação de planaltos bloqueou o transporte de ar húmido, principalmente as provenientes do Oceano Índico, implicando modificações profundas nos ecossistemas (Oliveira *et al.*, 2009).



Figura 3 – Enquadramento geográfico e geológico dos locais que desencadearam a evolução dos primeiros homínídeos¹.

¹ www.images.encarta.com

Quando o clima se tornou mais seco e mais frio, as florestas foram dando lugar a amplas planícies com uma vegetação rasteira. Nas quais apareciam, pontualmente, pequenos núcleos de árvores. Este fato fez com que estes animais passassem a adotar uma posição bípede para ver mais longe, procurarem alimento, verem a aproximação dos seus predadores, manusear objetos e transportar crias.

Os primeiros homínídeos terão surgido, provavelmente, há cerca de 5 M.a., embora o mais antigo registo fóssil de um homínídeo date de apenas 4,4 M.a.. Trata-se do mais antigo registo fóssil de um homínídeo de *Ardipithecus ramidus* (“símio do chão”), mais de 125 fragmentos ósseos de Ardi foram descobertos: crânio, dentes, braços, mãos, pélvis, pernas e pés na região de Afar, no que é hoje a Etiópia, perto da atual aldeia de Aramis, 230 km a nordeste da capital Addis Abeba. Aí, entre os seus, vivia Ardi, uma fêmea de homínídeo primitivo. Pesava uns cinquenta quilos e media cerca de um metro e vinte. Vivia em grupo, criava os filhos e foi aí que morreu (Shreeve, 2010).

A célebre Lucy, *Australopithecus afarensis*, com 2,8 M.a., foi descoberta na região da Etiópia e provavelmente deste *Australopithecus* é descendente o *Homo habilis* que terá vivido há cerca de 2 M.a., considerado por muitos paleontologistas a primeira espécie do género humano.

Embora os registos fósseis nem sempre sejam precisos e não permitam reconstituições completas dos esqueletos encontrados, aparece, na linha evolutiva do Homem, há cerca de 1,5 M.a., um homínídeo com cerca de 1,70 m de altura, com uma postura seguramente bípede, ao qual foi dado o nome de *Homo erectus*. Este antepassado do Homem, claramente mais evoluído que o *Homo habilis*, vivia em grupos de algumas dezenas de indivíduos, era capaz de construir pequenos abrigos, já dominava o fogo e construía utensílios (bifaces) mais elaborados do que o seu antepassado, praticava uma linguagem gestual e uso controlado do fogo, que melhorou o regime alimentar e conservação dos seus alimentos, proteção contra o frio e eventuais predadores. O fogo contribuiu para o reforço de laços de convívio e de afecto, tornando necessários a comunicação e os laços de família. Tais factos permitiram o prolongamento da vida e, portanto, o aumento da população. As suas capacidades e o desenvolvimento que obteve fez com que emigrasse para outros continentes, vindo a colonizar a Europa e a Ásia e, mais tarde, também a Austrália (Dias *et al.*, 2006).

Do *Homo erectus* descendem, provavelmente, os mais antigos achados fósseis que se conhecem de *Homo sapiens*, datados de há mais 120 000 anos, e que inclui o *Homo sapiens heidelbergensis* (Homem arcaico), o *Homo sapiens neanderthalensis* (Homem de Neardental) e o *Homo sapiens sapiens* (Homem moderno).

O Homem de Neandertal (230 000 a 30 000 anos atrás) encontrava-se adaptado a condições ambientais frias, com estatura reduzida (braços e pernas curtas) que permitia reduzir as perdas de calor. As ferramentas que usavam indicam que caçavam grandes presas. Foram encontradas diversas sepulturas, sugerindo que enterravam os mortos, símbolo de uma unidade social muito forte.

O *Homo sapiens sapiens* construía ferramentas mais sofisticadas, que os seus antecessores, que permitiram caçar grandes animais, o que associado à recolção de alimentos, melhorou a alimentação. Este aspeto foi determinante no aumento da taxa metabólica e está relacionado com o aumento da capacidade cerebral. Esta espécie foi capaz de construir abrigos e de usar as peles dos animais para se proteger do frio. O aumento da complexidade culminou na capacidade de produzir arte, como pinturas ou gravuras em grutas e rochas expostas, e o uso de conchas e ocre para ornamentação.

Gubern (1994) defende a tese de o antepassado humano, para poder sobreviver na savana, foi obrigado a desenvolver as suas capacidades visuais, ou seja, ao desenvolvimento da visão enquanto órgão (pré)destinado à deteção de movimentos e, por isso, poder ficar alerta para os perigos eventuais que surgissem, bem como providenciar resposta adequada às diferentes situações: fuga ou ataque; vida ou morte; nada ou ainda alguma coisa. “Assim, a imagem, primeiro retiniana e mental, depois visível nas águas dos lagos e riachos e, mais tarde, nas pinturas das cavernas ou sob a forma de estatuetas de argila ou barro, foi um verdadeiro meio de sobrevivência. A sua virtude metafísica, que a tornou portadora de poderes divinos ou sobrenaturais, torna-a útil. Operativa” (Debray, 1994: 30).

Até há pouco mais de três décadas, a paleontologia e a arqueologia explicavam a evolução dos hominídeos a partir de uma única linhagem. Os *Australopithecus* evoluíram até chegar ao nosso *Homo sapiens*, através de um processo linear, gradual e contínuo desde o primeiro primata, em que cada espécie sucederia à anterior. Hoje sabemos que isto é falso. O progresso do conhecimento permitiu estabelecer que a evolução humana se parece mais a um arbusto com muitos ramos do que uma árvore de tronco retilíneo (Barberá &

Sendra, 2011). Os símios e os seres humanos derivam de um antepassado comum, mas desde então as suas linhagens evoluíram em direções separadas (Shreeve, 2010).

3.2 – Paleoambientes e paleoclimas

Segundo os paleontólogos e arqueólogos, sempre que se fazem descobertas de hominídeos abrem-se “janelas temporais”, contam histórias e fazem história e assim aferirmos sobre o paleoambiente e paleoclima de uma região.

Muitas das variações climáticas evidenciam reorganizações sofridas a escalas temporais suficientemente curtas e abruptas para provocar impactos perceptíveis à escala de uma vida humana. A importância dos estudos paleoclimáticos ressalta também do facto de apenas assim se poder distinguir e compreender o efeito das atividades antropogénicas atuais (desflorestação, emissão de gases com efeito de estufa, etc.) na variabilidade climática natural que se sabe ter ocorrido ao longo do tempo geológico, e da produção de dados paleoclimáticos essenciais à modelação. Para se perspetivar uma visão global da resposta aos agentes forçadores do clima e consequente interação entre os diferentes componentes do sistema climático (hidrosfera – atmosfera – criosfera – biosfera), os estudos paleoclimáticos e paleoambientais de carácter regional e local constituem “peças chave” para a compreensão dos mecanismos que possibilitaram a expansão ou extinção de determinadas espécies.

A estrada da evolução humana é iluminada pelos fósseis de ursos, macacos, aves, madeira fossilizada e outros componentes vegetais que se encontram junto dos fósseis dos hominídeos bem como de artefactos, criando pressupostos paleoambientes e paleoclimas.

3.3 – Evolução do crânio

Em terreno aberto, os nossos antepassados seriam provavelmente presas fáceis para leões e hienas. Depois, o jogo mudou. As ferramentas líticas primitivas surgiram há 2,6 M.a. e cerca de 100 mil anos mais tarde, havia hominídeos na península de Bouri utilizando utensílios para obter carne e tutano das carcaças de mamíferos. Estes alimentos com elevado teor calórico teriam sido o regime alimentar perfeito para fazer evoluir a capacidade craniana, típicos do *Homo* posterior e modificações na face, que a tornava menos projetada.

O *Australopithecus africanus* (Figura 4) era um hominídeo de pequena estatura (1,20 m), pesava cerca de 40 kg, tinha fronte baixa e face longa (prognatismo acentuado). Dispunha de arcadas supra orbitárias espessas proeminentes e queixo saliente. Iniciou uma locomoção bípede e a sua caixa craniana rondava os 440-450 cm³, com uma constrição pós orbitária muito acentuada e a largura máxima do crânio situava-se ao nível das cristas supra mastóides. A forma do occipital é convexo e com reduzida expansão inferior.

No *Australopithecus afarensis* (Figura 4) destaca-se um prognatismo facial mais acentuado que o *A. Africanus* bem como diferenças ao nível da forma do occipital, convexa a plano-concava.



Figura 4 – Reconstituição dos crânios do *Australopithecus africanus*² (à esquerda) e do *Australopithecus afarensis*³ (à direita).

² <http://www.britannica.com/EBchecked/media/72998/Reconstruct>

³ <http://www.boneclones.com/BH-001.htm>

De um modo geral, pode-se enumerar algumas características fundamentais do *Homo habilis* (Figura 5), relativamente aos australopitecos: capacidade cerebral superior à dos *Australopithecus* mas inferior à dos homens mais recentes, situando-se entre cerca de 600 e 750 cm³, alteração estreitamente relacionada com outras características do crânio, nomeadamente o aumento da distância entre as regiões temporais, sendo que estas linhas são mais ou menos paralelas; redução da face; menor espessura das paredes ósseas do crânio; inserções musculares do crânio muito marcadas; face prognata, mas estreita e elevada; constrição pós orbitária marcada, mas as arcadas supra orbitárias encontram-se atenuadas e com glabella; região do queixo recolhida; arredondamento da calote craniana, como também da área occipital; a largura máxima do crânio verifica-se ao nível das cristas supra mastóides.



Figura 5 - Reconstituição do crânio do *Homo habilis*⁴.

O *Homo erectus* (Figura 6) apresentava robustez e era de estatura elevada. A sua verticalidade era mais acentuada, com uma capacidade craniana de 800-1100 cm³. Os crânios apresentam paredes muito espessas, bordos supra-orbitais muito desenvolvidos, constrição pós-orbital muito acentuada; apresentam carena médio-sagital muito saliente e, na parte posterior, uma truncatura oblíqua. A mandíbula é robusta, sem queixo.

⁴ <http://www.avph.com.br/homohabilis.php>



Figura 6 – Reconstituição do crânio do *Homo erectus*.⁵

A estrutura física do *Homo sapiens neanderthalensis* era rude e atarracada, para fazer face ao clima glacial. A maior projecção da cavidade nasal permitia-lhe aquecer o ar que inspirava de forma mais eficiente. Revela uma grande capacidade craniana (1 400-1 600 cm³), baixa e larga (desenvolvida no sentido antero-posterior), arcadas supraciliares salientes, fronte baixa e fugidia, face larga e com queixo reduzido; face alongada; parte inferior da face projetada para a frente (prognatismo); cavidades orbitais de grandes dimensões e profundas.

O *Homo sapiens sapiens* é a espécie mais evoluída dos homínídeos, muitas das características arcaicas desapareceram: o crânio tornou-se mais redondo e com maior capacidade; o queixo mais proeminente; a sua face é plana e de frente elevada e inclinada; inexistência de arcadas supraciliares. A sua capacidade craniana oscila entre os 1 450-1 700 cm³ e revela uma estatura elevada, com traços físicos sensivelmente iguais ao homem actual. Por isso, é a última etapa do processo de hominização.

Shreeve (2010) afirma que o precoce *Homo sapiens* possuía uma caixa craniana com 1 450 cm³ de volume, maior do que a média do crânio do ser humano atual.

3.4 – Evolução da dentição

Segundo Shreeve (2010) os dentes de Ardi possuíam uma fina camada de esmalte, os padrões de desgaste e a composição química demonstraram que seguiu um regime

⁵ <http://www.britannica.com>

alimentar típico da floresta, composto por frutas e frutos secos. Por sua vez, a dentição de um dos ramos dos *Australopithecus* desenvolvera características especializadas para ingerir tubérculos compridos e outros alimentos rijos, com enormes músculos na mandíbula e dentes posteriores maciços. O outro ramo, os hominídeos, desenvolveram dentes posteriores cada vez mais pequenos, de compleição mais leve, que conduziu à nossa espécie.

O *Australopithecus africanus* era um hominídeo que praticava o nomadismo, alimentava-se sobretudo de raízes, bolbos, grãos, frutos e alguma caça de pequeno porte, era essencialmente recolector. Genericamente estes espécimes do género *Australopithecus* apresentavam as seguintes características: mandíbula grande e forte; caninos superiores muito grandes e projetados; os molares são robustos, planos e fortes; dentes incisivos da mandíbula superior maiores do que os da mandíbula inferior.

Relativamente aos australopitecos o *Homo habilis* possuía maxilar e mandíbula mais pequenas e menos robustas; dentição mais evoluída, observável na redução dos molares, incisivos maiores e pré-molares estreitos, adaptada a uma alimentação vegetariana, sobretudo à base de frutos. Os dentes caninos são pequenos e de forma incisiforme.

O *Homo erectus* possui uma mandíbula robusta, sem queixo e os seus dentes são grandes e fortes.

No Homem de Neandertal os dentes molares foram reduzindo, sugerindo que os dentes foram substituídos pelas ferramentas. Mandíbula desprovida de queixo.

O homem moderno é bem diverso do homem de Neandertal, pois possui maxilar delgado e queixo bem desenvolvido.

3.5 – A evolução e migração do Homem moderno

O *Homo erectus* explorou um conjunto diversificado de habitats, tendo sido provavelmente o primeiro hominídeo a sair de África, há quase dois milhões de anos, disseminando-se até ao sudeste Asiático (Shreeve, 2010). Foram encontrados vestígios em África (por exemplo, no lago Turkana), na Europa (Espanha e Georgia), no Vietname, na Indonésia e na China (Figura 7).

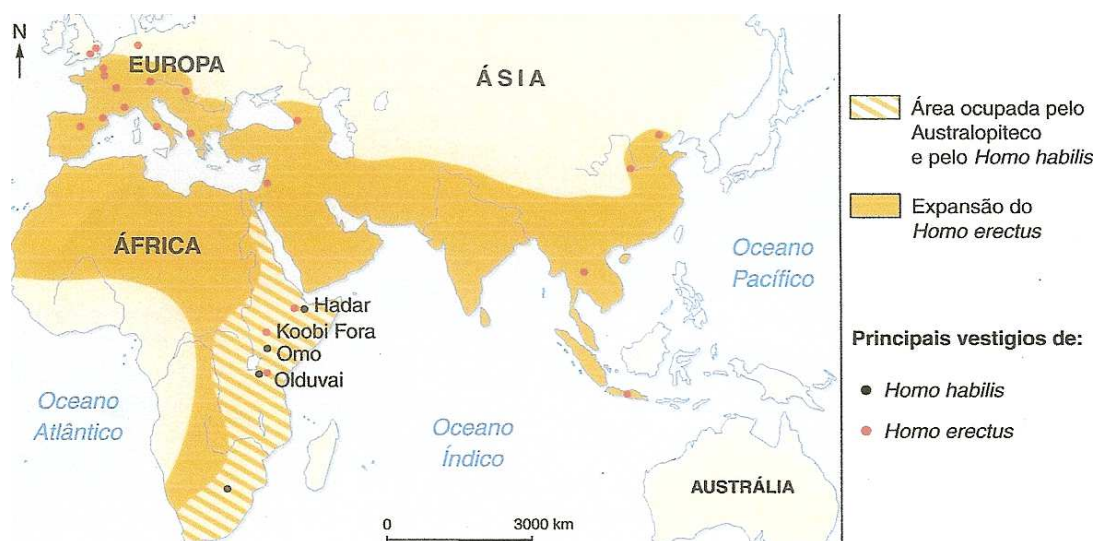


Figura 7 - Distribuição do *Homo erectus* (Diniz *et al.*, 2010:13).

Geograficamente, o Homem de Neandertal encontrava-se na Euroásia, principalmente na região próxima do Mediterrâneo. De acordo com o registo fóssil, esta espécie iniciou a extinção há 50 000 anos, no oeste da Euroásia, e as últimas comunidades terão desaparecido entre 32 000 a 28 000 anos atrás na Península Ibérica e em Gibraltar. A extinção do Homem de Neandertal poderá ser explicada pela última vaga de migração para fora da África, o que permitiu que o *Homo sapiens sapiens* substituísse as populações de Neandertal.

O *Homo sapiens sapiens* também migrou para fora de África, num processo que se iniciou entre os 100 000 e os 70 000 anos atrás. Ao ocupar novos territórios, substituiu as populações de homínídeos que existiam, pois devia estar mais adaptado ao ambiente. Esta teoria baseia-se em estudos genéticos das populações atuais, procurando estabelecer relações com antepassados comuns. As variações genéticas atuais são pequenas e fundamentam a existência de um ancestral comum que partiu de África.

Existem algumas hipóteses explicativas sobre a migração e evolução do Homem moderno. O modelo multirregional inspira-se na teoria poligenética, ou seja, a emergência das populações modernas terá ocorrido em várias áreas geográficas com relativa independência. Thorne e Wolpoff (1992) são os seus principais mentores. Esta teoria valoriza sobretudo a documentação apresentada pela Paleontologia Humana e pela Pré-história.

Nesta teoria destacam-se os seguintes aspetos:

1. os caracteres genéticos que caracterizam as populações modernas (Ásia, Australásia, Europa e África) são o resultado de uma longa evolução nas regiões onde se localizam atualmente; os caracteres genéticos das populações atuais são, por isso, antiquíssimos (± 1 M.a.), precedendo, assim, o aparecimento do homem moderno;
2. neste sentido, o Homem de Neandertal (*Homo neanderthalensis*) é entendido como um estágio intermédio que evoluiu no sentido do homem moderno europeu; uma versão mais moderada desta teoria admite, no entanto que, no caso da Europa, as populações europeias não terão de facto evoluído do substrato local, provindo de outras regiões (África, Ásia);
3. assim, o modelo multirregional preconiza mudanças evolutivas semelhantes em diferentes regiões geográficas, conduzindo todas ao *Homo sapiens sapiens*;
4. a unidade da população atual, segundo estes investigadores, dever-se-á a um importante fluxo genético ao longo de muito tempo (circulação de populações e trocas genéticas).

Os investigadores que consideram esta possibilidade argumentam com as seguintes evidências:

1. o biface (machado de mão de pedra lascada), um artefacto comum em África (como também na Europa), não ocorre nas indústrias líticas asiáticas, o que parece apontar para a ausência da substituição de uma população por outra e da introdução de uma tecnologia nova; ausência de culturas e tecnologias intrusivas;
2. a coexistência na Palestina/Israel de populações neandertalenses e modernas, evidenciando uma cultura idêntica (indústrias, hábitos funerários e rituais, etc.) o que apontará para a convivência destas populações;
3. os hominídeos fósseis da Australásia (Indonésia, Nova Guiné e Austrália) evidenciam uma sequência anatómica contínua durante o Plistocénico, não interrompida por quaisquer emigrantes, apontando para uma continuidade populacional;
4. as populações asiáticas pré-históricas e atuais evidenciam dentes incisivos em forma de pá; esta característica está ausente, ou é pouco representativa, nas populações africanas e europeias, facto que é valorizado em termos de continuidade populacional;
5. por fim, desvalorizam os fósseis africanos classificados como *Homo sapiens sapiens* com cronologia superior a 100 000 anos, considerando-o disperso, fragmentário e nem sempre bem datado.

O modelo "out of Africa" baseia-se na teoria monogenética (origem única, em África). Destacam-se, como principais defensores desta perspectiva, os investigadores William W. Howells, Alan C. Wilson, Christopher B. Stringer, Gunther Brauer, etc. A argumentação baseia-se em dados da Genética molecular e da Paleontologia Humana, nomeadamente (Stringer, 1991; Wilson e Cann, 1992):

1. o homem verdadeiramente moderno terá surgido em África entre 100 000 e 200 000 anos (140 000 e 290 000 considerando os dados do ADN nuclear), região a partir da qual se expandiu para o resto do Mundo;
2. as linhagens antigas, como o homem de Neandertal na Europa, o *Homo erectus* da Ásia continental e insular, terão sido substituídas pelas populações modernas chegadas do continente africano;
3. admite-se uma reduzida, ou mesmo nula, troca genética entre as novas populações e as antigas (autóctones);
4. o homem de Neandertal teria constituído uma espécie distinta (*Homo neanderthalensis*), coexistindo com o *Homo sapiens*, não havendo, por isso, possibilidades de hibridação;
5. os caracteres genéticos têm origem recente, após a dispersão das populações modernas saídas de África.

Nesta perspectiva, para além dos dados da Genética molecular (ADN mitocondrial, ADN nuclear, ADN Y — masculino) que apontam para uma maior antiguidade das populações africanas, destacam os documentos paleontológicos (fósseis de *Homo sapiens sapiens* cuja cronologia é superior a 100 000 anos):

1. África do Sul: crânios de Border Cave e Klasies River Mouth (90 000 a 100 000 anos);
2. África Oriental: crânios Omo 1 e Omo 2 (Etiópia): 100.000 anos; Herto (Etiópia): 160 000 anos;
3. Próximo Oriente (Israel): crânios das jazidas de Skhul, Qafzeh e Tabum (100 000 a 120 000).

4 – Metodologia da Investigação

A investigação implementada desenvolveu-se na Escola Secundária Carolina Michaëlis, Porto, com alunos do 12º ano do Ensino Secundário na disciplina de Geologia do Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias e com docentes da mesma disciplina na área do grande Porto.

Neste capítulo descreve-se e fundamenta-se a metodologia adotada neste estudo, cujo principal objetivo foi a avaliação dos efeitos na aprendizagem decorrentes da implementação de estratégias que viabilizem um ensino da Geologia centrado na Resolução de Problemas.

4.1 – Método de investigação

Segundo Carmo & Ferreira (1998), a definição do conceito de metodologia pode variar de autor para autor. Investigar em educação, intuito deste trabalho aqui apresentado, é diferente de estudar sobre educação, pois “os trabalhos de investigação em educação dedicam-se, certamente, à razão, capaz de organizar a verdade, mas fixando-se simultaneamente no *ethos*, capaz de fundar essa verdade, e enraizando-se no *pathos*, o pensamento comum” (Hadji & Baillé, 2001:15).

Para Diehl & Tatim (2004) a escolha do método faz-se de acordo com a natureza do problema e com o nível de aprofundamento pretendido. Estes métodos são diferentes na sistematização pertinente de cada um deles assim como na forma de abordar o problema (Richardson, 1989).

A investigação utilizada neste estudo não se prende com razões de índole científica ou probabilística, onde a necessidade da prova condiciona e dirige todo o trabalho, mas numa prática de ensino e aprendizagem dinâmica, reflexiva e criativa, com fortes ligações à Prática de Ensino Supervisionada.

A presente investigação desenvolveu-se no âmbito da natureza qualitativa. Este tipo de método procura compreender a realidade subjetiva que é construída pelos sujeitos, isto é, está fundamentado na realidade, orientado para a descoberta. A palavra *qualitativa*

implica uma ênfase ao processo e significado que não são rigorosamente examinados ou medidos em termos quantidade, intensidade ou frequência. Os pesquisadores qualitativos exploram a natureza das construções sociais da realidade, a relação íntima entre pesquisador e objeto de estudo. Contrariamente, os estudos quantitativos enfatizam a medição e a análise das relações casuais entre variáveis e não os processos (Denzin & Lincoln, 1994).

Sendo o principal objetivo deste estudo a reflexão e aprendizagem pela/na prática de criação de modelos para o ensino da Geologia, de cariz interdisciplinar, levado a cabo pelo professor no exercício das suas funções como docente, insere-se quanto ao propósito na Investigação-ação (Freixo, 2010), mas quanto ao seu método enquadra-se no Estudo de Caso (Carmo & Ferreira, 2008).

A investigação-ação tem o propósito de estudar/analisar a prática. Carmo & Ferreira (2008:228) mencionam que este tipo de prática “não tem como objetivo a generalização dos resultados obtidos e portanto o problema do controlo não assume a importância que apresenta noutras investigações”.

Quanto ao método, o Estudo de Caso, constitui a estratégia preferida quando se quer responder a questões de “como” ou “porquê”. O investigador não pode exercer controlo sobre os acontecimentos e o estudo focaliza-se na investigação de um fenómeno atual no seu próprio contexto (Yin, 1988). Para Lessard-Hébert *et al.* (2008:169), o campo de investigação apresenta-se “o menos construído, portanto o mais real; o menos limitado, portanto o mais aberto; o menos manipulável, portanto o menos controlado”, sendo este abordado pelo investigador, a partir do seu interior e de forma ativa, tendo ao seu dispor informação diversificada (Pardal & Correia, 1995).

4.2 – Técnicas de recolha e de tratamento de dados

A recolha de dados é, segundo Ketele e Roegiers (1993), um processo organizado, posto em prática com o fim de passar de um nível de conhecimento para outro nível de conhecimento ou de representação de uma dada situação, no quadro de uma ação deliberada, cujos objetivos, foram claramente definidos para obter informações junto de múltiplas fontes, e que dá garantias de validade suficientes. Para Bell (1997), num estudo

de caso, podem ser usados diferentes técnicas de recolha de dados, nomeadamente: a observação, a entrevista, a análise documental e o questionário. Neste estudo utilizaram-se os seguintes métodos: observação indireta, observação direta e análise documental.

4.2.1 – Observação indireta

Segundo Quivy & Campenhoudt (1992:164), existem dois tipos de observações: observação direta e observação indireta. Observação direta “(...) é aquela em que o próprio investigador procede diretamente à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos interessados. Apela diretamente ao seu sentido de observação”. Quanto à observação indireta referem que nesta “o investigador dirige-se ao sujeito para obter a informação procurada. Ao responder às perguntas, o sujeito intervém na produção da informação. Esta não é recolhida diretamente, sendo, portanto, menos objetiva”. Neste estudo foram utilizados, como instrumentos de observação indireta, três questionários (Anexo I, III e V).

O questionário consiste em colocar a uma amostra de indivíduos uma série de questões relativas à sua situação social, profissional ou familiar, às suas opiniões de questões relativas à sua situação social, profissional ou familiar, à sua atitude em relação a opções ou questões humanas e sociais, às suas expectativas, ao seu nível de conhecimentos ou de consciência de um acontecimento ou de um problema, ou ainda sobre qualquer outro assunto que interesse aos investigadores (Quivy & Campenhoudt, 1998). Os questionários designam-se de administração indireta quando é o próprio inquiridor a completar as respostas que lhes são fornecidas pelo inquirido ou designadas por administração direta, quando é o próprio inquirido a preencher. Por sua vez, os questionários são geralmente constituídos por questões abertas às quais o inquirido pode responder livremente às questões colocadas, ou questões fechadas, quando este tem que escolher entre uma lista tipificada de respostas (Lima, 2000).

No questionário destinado aos professores (Anexo I) constam itens como: dados pessoais (classe etária, género, tempo de serviço e habilitações académicas) e criação/construção de materiais para implementar nas aulas de Geologia e nomeadamente

na temática em estudo; para os que construíram ou adaptaram materiais foi-lhes solicitado que descrevessem as atividades ou apontassem motivos para a não construção de materiais.

Assim, e segundo Lessard-Hébert *et al.* (1994) as questões 1, 2, 3, 4 e 6 efetuadas são de resposta fechada e a questão 5 de resposta aberta. Na questão um, foi criada uma questão de resposta fechada, uma vez que o pretendido era saber frequência de criação/construção de materiais pelos professores. As questões dois, três e seis são de resposta semi-fechada, dado que foi dada a possibilidade dos professores acrescentarem outros aspetos/motivos que achassem relevantes, têm como objetivo a caracterização dos fatores que condicionam a criação/construção de materiais pelos professores e que contribuem para fomentar a criação/construção de materiais, bem como os motivos que levam à não construção de matérias na temática em estudo, respetivamente. A questão quatro é de resposta fechada, nela constam os dois temas, e dentro destes os capítulos, com mais propostas para a criação de materiais didáticos, quer nos manuais de apoio aos professores quer através de publicações de propostas, nomeadamente em livros e teses bem como o tema em que se insere este trabalho. A questão tem como principal objetivo saber quais são os conteúdos programáticos em que os professores criam/constróem materiais para a sua prática de ensino. Com a questão cinco, de resposta aberta, foi solicitado aos professores para descreverem uma atividade criada/construída no âmbito da temática abordada neste estudo e que redigissem a resposta de modo a abordar alguns aspetos, tais como: partes estruturantes; papel do professor e o papel dos alunos no desenvolvimento da atividade e os principais objetivos que pretendia atingir com a implementação da atividade, para que fosse possível conhecermos o tipo de materiais criados e a concretização dos objetivos pretendidos com a sua implementação.

Nesta investigação foram entregues dois questionários diferentes aos alunos (Anexo III e V). O primeiro (Anexo III), denominado de questionário de avaliação formativa, ocorreu em dois momentos distintos: antes da introdução do tema em estudo e após a implementação da atividade. Utilizou-se uma técnica de pré-questionário de avaliação formativa individual, situação experimental que põe em jogo a interação social, e pós- questionário de avaliação formativa individual, destinado a testar o efeito individual de aprendizagem, imputável à interação social (Astolfi *et al.*, 2002).

Segundo estes autores o questionário de avaliação formativa permite introduzir um modelo de gestão didática, com dupla orientação. Primeiro porque permite que o docente explicita melhor a sua prática e as suas expectativas pedagógicas (perspetiva de clarificação); segundo, porque permite tomar decisões didáticas (prosseguir o estudo, retomá-lo, inserir um complemento ou a reparação, etc.) a partir de indicadores antecipados da turma. Entre as características das pessoas em formação, por um lado, e as características do sistema de formação, por outro (Allal, 1986). Esta modalidade de avaliação tem função de regulação, o que significa que a sua finalidade é sempre a de assegurar a articulação.

Para Domingos *et al.* (1987), a avaliação não está apenas ligada ao final de um curso, de um ano ou de uma unidade de ensino, ela deve ser feita para detetar tanto o estado inicial dos alunos como as suas dificuldades durante as atividades de aprendizagem. Como tal a avaliação formativa tem um papel preponderante na melhoria do ensino e da aprendizagem.

Os resultados obtidos com este questionário foram utilizados no estudo em causa, mais concretamente na escolha dos problemas que os alunos da amostra do estudo iriam resolver.

Se eu tivesse de reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: O fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Averigue isto e ensine o aluno em conformidade.

Ausubel (1978:iv)

Novak & Gowin (1984) afirmam que só detetando os conhecimentos, capacidades e interesses dos alunos é possível desenvolver um ensino que vá de encontro às necessidades destes. Os mesmos autores referem que para proporcionar um ensino relevante é necessário detetar o progresso do aluno e diagnosticar as suas dificuldades para assim alcançar as metas desejadas.

Com a entrega do mesmo questionário na aula de preparação para a visita ao Museu de Antropologia e Pré-História Mendes Corrêa do Museu de História Natural da Faculdade de Ciências do Porto, foi possível determinar o progresso da aprendizagem quanto aos objetivos que se estavam a procurar atingir, e assim, melhorar o ensino e aprendizagem

com atividades de remediação. Estas atividades passam pela correção do questionário formativo, por voltar a ver os materiais usados ou pela complementaridade/reforço que a visita de estudo iria permitir realizar.

O questionário de avaliação formativa pretendia que o aluno mobiliza-se conhecimentos adquiridos em disciplinas lecionadas em anos anteriores, nomeadamente sobre a capacidade de identificar e caracterizar fases importantes da evolução histórica da Terra (evolução biológica do Homem, Holocénico, Pleistocénico e Pliocénico); distinguir diferentes ritmos de evolução (bipedia, recolção, nomadismo, migração, economia de produção); compreender e aferir conceitos da evolução dos seres vivos e dos ambientes.

O teste de avaliação formativo foi objetivo, de escolha múltipla e não tinha como intuito avaliar capacidades de apresentação ou exposição de ideias bem como a capacidade de argumentação.

O segundo questionário (Anexo V) dado aos alunos foi no final das aulas sobre a temática em estudo e pretendeu-se que estes avaliassem a gestão do ensino e da aprendizagem. Neste questionário existia uma questão onde foi utilizada a escala de Linkert dado que é particularmente indicada para recolher o grau de intensidade de uma opinião ou de uma representação (Damas & De Ketele, 1985) e as restantes foram de resposta aberta.

4.2.2 – Observação direta

Os métodos de observação direta constituem os únicos métodos de investigação social que captam os comportamentos no momento em que eles se produzem e em si mesmo, sem a mediação de um documento ou de um testemunho. As modalidades concretas da observação, poderão assumir formas diferentes, consoante se adote um método de observação participante do tipo etnológico, ou pelo contrário, um método de observação não participante, cujos processos técnicos são muito formalizados.

A observação participante é uma estratégia muito utilizada pelos professores/investigadores, que consiste na técnica da observação direta e que se aplica nos casos em que o investigador está implicado na participação e pretende compreender

determinado fenómeno em profundidade. A observação pode ser utilizada na pesquisa conjugada a outras técnicas ou de forma exclusiva, ou ainda, pode ser utilizada como procedimento científico. O principal problema desta observação é que a presença do investigador pode provocar alterações no comportamento dos observados, destruindo a espontaneidade dos mesmos e produzindo resultados pouco confiáveis. O investigador é ao mesmo tempo sujeito e objeto: observa e faz parte do conjunto observado.

Este tipo de pesquisa garante uma informação rica e profunda, permite compreender diretamente comportamentos, o material recolhido é espontâneo/autêntico. Permite ainda flexibilidade ao investigador, porque lhe torna possível mudar de estratégia e seguir novas pistas que aparecem. Só pode ser analisada para estudar pequenos grupos ou comunidades, mas levanta dificuldades de generalização.

A observação participante é uma técnica de investigação qualitativa adequada ao investigador que pretende compreender, num meio social, um fenómeno que lhe é exterior e que lhe vai permitir integrar-se nas atividades/vivências das pessoas que nele vivem. Neste tipo de observação, o investigador vive as situações e depois irá fazer os seus registos dos acontecimentos de acordo com a sua leitura.

Assim, a participação, ou seja, a interação observador-observado está ao serviço da observação. Como instrumento de recolha de dados deste tipo de observação, foi construída uma grelha de observação (Anexo IV) que continha os seguintes parâmetros de observação: a) motivação do aluno, pois para que qualquer tipo de aprendizagem ocorra é necessário que o aluno tenha motivação e que exista o processo de auto-implicação; b) cooperação demonstrada pelo aluno no decorrer da atividade, já que é desta forma que o aluno demonstra interesse, empenho e entusiasmo bem como assume particular importância para que se desenvolva a criatividade, criando-se o novo, e assim assimilada a aprendizagem; c) participação espontânea ou quando solicitado, que foi avaliada pelo levantamento de questões, pedidos de esclarecimentos, propostas de resolução de problemas e também a colaboração verificada pela disponibilidade na concretização das tarefas propostas, espírito de entre ajuda (intra e inter-grupal) e contribuições para melhor esclarecimento dos conteúdos desenvolvidos; d) presença ou ausência e cumprimento ou não do horário.

4.2.3 – Análise documental

A análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa. Lessard-Hébert *et al.* (2008) definem como uma espécie de análise de conteúdo que incide sobre documentos relativos a um local ou a uma situação, que complementa informações obtidas por outras técnicas e revela aspetos novos de um tema ou problema. Socorre-se de materiais que não receberam tratamento analítico e vive muito da crítica histórica.

A pesquisa documental é uma das técnicas decisivas para a pesquisa em ciências sociais e humanas. Ela é indispensável porque a maior parte das fontes escritas – ou não escritas - são quase sempre a base do trabalho de investigação. Saint-Georges (1997:30) considera que “a pesquisa documental apresenta-se como um método de recolha e de verificação de dados: visa o acesso às fontes pertinentes, escritas ou não, e, a esse título, faz parte integrante da heurística da investigação”.

A análise documental pode ser usada segundo duas perspetivas:

- servir para complementar a informação obtida por outros métodos, esperando encontrar nos documentos informações úteis para o objeto em estudo;
- ser o método de pesquisa central, de um projeto, neste caso os documentos são alvo de estudo por si só.

O investigador tem à sua disposição diversos tipos de documentos: fontes históricas, arquivos oficiais e privados, documentos pessoais, estudos, relatórios, estatísticas. Pode afirmar-se que os documentos são fonte de dados brutos para o Enfoques Qualitativos da Investigação.

Neste estudo, a análise dos questionários de pré e pós avaliação formativa, o questionário de avaliação da gestão do ensino e da aprendizagem, ambos entregues aos alunos, a grelha de observação, bem como o questionário entregue aos professores são uma fonte rica e complementar de informação.

4.3 – Seleção e caracterização da amostra

Na maioria dos estudos realizados em Psicologia como em Ciências Sociais, procura-se desenvolver teorias e explicações que sejam extrapoladas para toda uma

comunidade, todavia em termos práticos raramente ou quase nunca é possível utilizar uma população teórica. Como tal, utilizam-se grupos mais restritos, população de estudo, para que se possa realizar o estudo de caso (Maroco, 2007).

Existem principalmente dois tipos de amostragem: a Amostragem Probabilística ou Aleatória e a Amostragem Não-Probabilística ou Não-Aleatória. Quando as amostras são obtidas de forma aleatória, ou seja, a probabilidade de cada elemento da população fazer parte da amostra é igual para todos os elementos, e todas as amostras selecionadas são igualmente prováveis, então estamos perante uma Amostragem Probabilística ou Aleatória; por sua vez, quando a probabilidade de um determinado elemento pertencer à amostra não é igual à dos restantes elementos, fala-se de Amostragem Não-Probabilística ou Não-Aleatória (Morson, 2007).

A amostra deste estudo é constituída por um grupo de alunos da disciplina de Geologia do 12º ano (opcional) no ano letivo de 2009/2010 da Escola Secundária C/3º Ciclo Carolina Michaëlis. A turma é constituída por 14 alunos, provenientes das turmas A, B, C e E e pode caracterizar-se como sendo uma turma bastante heterogénea tanto a nível de conhecimentos como dos comportamentos atitudinais. Dos 14 alunos, 9 são do sexo masculino e 5 do sexo feminino. Relativamente à idade dos participantes, e à data da realização deste estudo, dez tinham dezassete anos e quatro tinham dezoito anos.

No segundo caso, foi contactado um grupo de professores, que lecionavam a disciplina de Geologia do 12º ano, tanto na escola onde ocorre o estudo como em mais três escolas Secundárias da área do grande Porto. Refira-se que esta disciplina está dependente da oferta de cada escola, o que para alguns autores/oradores reflete a discriminação da Geologia em relação a outras ciências.

Foi entregue um questionário (Anexo I e II) em cada uma das quatro escolas onde era lecionada a Geologia do 12º ano, dado que só existia uma turma por cada estabelecimento de ensino, e foram recebidos todos os inquéritos entregues.

A amostra é constituída a 100% por professores do sexo feminino, em que 50% tem idade compreendida entre os 41 a 50 anos e os restantes elementos da amostra (50%) possuem mais de 50 anos. Relativamente ao tempo de serviço, a maioria (75%) leciona há mais de 25 anos e só uma das docentes possui entre 16 a 25 anos. Verifica-se que a maior

parte dos professores (75%) possuem mestrado e só uma das docentes possui doutoramento.

5 - Descrição e implementação da atividade

“...quem não se sentir atraído pela vontade de mudar e de inovar, esse não será autônomo; continuará dependente, tendo-se concedido a si mesmo tornar-se uma coisa. Não me venham, porém, dizer que nós professores, não temos capacidade de mudar, porque dependemos do Ministério... Se assim fosse verdade, como poderíamos nós explicar as maravilhosas inovações que, por aqui e ali, vão surgindo nas escolas com uma frequência cada vez maior?”

(Alarcão, 1997:186)

Neste capítulo apresentam-se e fundamentam-se os procedimentos e as decisões tomadas relativamente à conceção e construção dos materiais didáticos destinados a serem implementados numa turma de alunos de 12º ano, na disciplina de Geologia.

5.1 – Metodologia de trabalho adotado

Os materiais foram criados segundo uma perspetiva de Ensino Por Pesquisa (Cachapuz *et al.*, 2002), privilegiando-se as atividades que favoreciam: estudo de questões – problema, com interesse para os alunos; a explicitação e a discussão das ideias dos alunos, face às questões colocadas; a argumentação e a reflexão sobre possíveis propostas explicativas; o desenvolvimento de valores e atitudes de responsabilização pessoal e social.

A criação de instrumentos de ensino e da aprendizagem, nomeadamente com a construção de modelos, numa perspetiva investigativa é uma mais-valia na promoção da ação educativa, pois introduz conceitos segundo um aumento progressivo do seu grau de abstração, atribui ao aluno um papel ativo na construção do conhecimento geológico e articulação de conhecimento adquirido em anos anteriores em disciplinas do currículo; para os professores potencia o seu enriquecimento científico.

Os materiais construídos, aqui no trabalho chamados de modelos, permitiu a utilização de uma diversidade de pontos de vista, pois segundo Amador (1998) em Geologia a utilização de uma diversidade de pontos de vista podem servir para ampliar o campo de apreciação estética e espacial dos alunos, isto é, planos de vista.

Os modelos apresentados como elementos figurativos e consecutivos sugerem a passagem do tempo e as transformações, na sua sequência, nomeadamente ao nível da evolução na capacidade e/ou alterações do crânio quer ao nível da dentição. Portanto, um modelo interpretativo de observações, tal como Nicolaus Steno desenvolveu na área da cristalografia e da sedimentologia.

Para proceder à avaliação dos materiais construídos, recorreu-se a questionários, instrumentos capazes de recolher os elementos julgados necessários para medir algumas dimensões consideradas relevantes nos materiais construídos. Os questionários foram dados aos alunos de forma a avaliar a exequibilidade e a adequação dos referidos materiais, assim como, obter dados que apoiem uma reflexão crítica relativa à conceção e planeamento dos materiais propostos para o referido tema.

Provavelmente este trabalho carece de professores participantes que avaliem os materiais didáticos criados, nomeadamente possíveis adaptações, no sentido de os virem a utilizar na sua prática letiva, no entanto, cabe-me aqui relembrar que estes materiais foram apresentados e portanto avaliados em aulas assistidas quer pelos orientadores da prática de ensino supervisionada quer pelo orientador da disciplina de seminário bem como apresentados à comunidade escolar que partilha informação em webfólios.

A reflexão na ação acompanha a ação em curso e pressupõe uma conversa com ela.

Alarcão (2003:50)

Na planificação do tema a lecionar foi tido em conta:

- A unidade temática, por se considerar que existe uma relação entre os conteúdos do tema (conceptuais, procedimentais e atitudinais) com respetiva unidade temática, bem como os que tenham sido trabalhados em unidades anteriores;
- A não estanquicidade dos temas, e por sua vez da unidade, dado que não promove a identificação das dificuldades de aprendizagem que os alunos normalmente apresentam;
- Uma questão-problema que orientasse a sequência e a organização dos conteúdos programáticos a desenvolver;
- Conceber e seleccionar o tipo de atividades a realizar no desenvolvimento da temática.

Pretende-se que os alunos descubram, compreendam, analisem e critiquem. A aprendizagem planeada deve permitir que os alunos obtenham sentido lógico do conjunto – a unidade, um todo organizado e coerente (Domingos *et al.*, 1987).

Assim, esperava-se que os alunos, face às questões colocadas e às atividades de aprendizagem construídas, se implicassem cognitivamente e afetivamente na elaboração de respostas adequadas, interiorizassem determinados procedimentos, assim como, desenvolvessem certos valores e atitudes, de forma interrelacionada. Este foi o ponto de partida para a criação de atividades de aprendizagem apresentadas neste estudo:

- Contemplar atividades que integrassem episódios do Tempo em Geologia, a História da Terra, as Origens da Humanidade e a Evolução do Homem, de modo a contribuir para a mudança das representações da Ciência e a promover a compreensão dos diferentes elementos que integram a construção de conhecimento científico;
- Implementar atividades para os alunos que favorecem o estudo de situações-problema e que relacionassem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), promovendo a explicitação e discussão de ideias dos alunos, face às situações colocadas, bem como, a realização de atividades práticas que requerem educação dos sentidos (desenvolvimento da capacidade de sentir, olhar, ver, ouvir e experimentar formas de comunicação diversificadas);
- Privilegiar o trabalho em grupo, com espaço para discussão e reflexão, uma forma de promover a cidadania, pela comparação e crítica dos diferentes pontos de vista apresentados.

Assim, a ordem sequencial da apresentação foi a seguinte:

1. Descrição do contexto explorado na unidade temática, sem esquecer a interdisciplinaridade.
2. Apresentação da questão-problema que orientou os conteúdos programáticos abordados e que promoveu o levantamento de outras questões, articuladas entre si.
3. Explicitação da estratégia sugerida para a implementação na sala de aula das atividades de aprendizagem construídas para a unidade.
4. Apresentação dos materiais didáticos construídos.

Planeamento, ação e avaliação são os eixos de qualquer situação pedagógica e configuram um processo mais global de análise e reflexão sobre as situações pedagógicas, visando a melhoria destas: planeia-se em função de determinados objetivos e tendo em

conta determinado contexto; age-se em função desse plano, das interações estabelecidas em situação e do *feedback* que se vai recebendo; avalia-se o processo desenvolvido em relação com os resultados e reformula-se a ação. Os processos de planeamento podem ser mais ou menos explícitos e formalizados, mas existem sempre e implicam a tomada de decisões (prévia e em situação); a avaliação pode ser mais ou menos fundamentada, mas sem ela não é possível avançar para a situação seguinte (Leite, 2010).

5.2 - Materiais construídos para a atividade

Com a finalidade de construir os materiais usados neste estudo, realizou-se uma recolha de conceitos, teorias e modelos referente ao tema em causa a partir de uma análise feita aos manuais de Geologia do 12º ano do ensino secundário e de Ciências Naturais do 7º ano do 3º ciclo, revistas científicas e livros de propostas de ensino.

Iniciou-se a temática com a projeção de um PowerPoint relativamente às mudanças ambientais na história da Terra que contribuíram para a evolução da espécie humana e as principais características que caracterizam e identificam o processo de hominização. Posteriormente foi entregue uma ficha de trabalho (Anexo VI.I) a todos os elementos participantes, procedendo-se à sua leitura, discussão e levantamento de questões relativas à história evolutiva dos grandes símios e dos homens e o paleoambiente da região. A atividade de reforço ao ensino foi feita com o apoio de um vídeo disponível na internet, isto é, uma notícia apresentada num noticiário sobre o aparecimento e identificação de um homínido. Na aula organizaram-se 4 grupos e entregou-se a ficha (Anexo VI.II) que pretendeu ser de apoio à caracterização dos modelos de crânios e de dentição. Os alunos efetuaram a leitura, discussão e registaram num quadro, para comparação e organização, as observações anatômicas (identificação de características que marcam a evolução do Homem), entre modelos e o nome do homínido que julgavam estar associado a cada modelo. Sugeriu-se a realização de uma ficha de enriquecimento como trabalho de casa referente ao manual adotado (livro de atividades do manual escolar da editora Areal, pág. 51, exercícios 11, 12 e 13.). Procedeu-se à apresentação das principais características que caracterizam e identificam o processo de hominização, efetuou-se no quadro uma comparação entre os estudos realizados pelos vários grupos, foram expostas dúvidas e a

discussão foi alargada à turma. Pretendeu-se que o trabalho colaborativo, procedimento pedagógico, favorecesse a aprendizagem ativa e propiciasse o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e afetivas bem como despertar nos alunos a consciencialização da sua responsabilidade, quer no seu processo de aprendizagem, quer no dos seus pares.

Devido ao caráter conceptual da representação, a escolha dos materiais da maquete pode assumir a sua autonomia em relação à realidade física, já que a prioridade não é descrever as partes na sua natureza material, mas esclarecer as relações recíprocas e o papel da composição em geral (Consalez, 2001).

É inegável que a escolha dos materiais é influenciada pela bagagem cultural do projetista (Consalez, 2001).

Os instrumentos necessários para a realização dos modelos aqui apresentados são extremamente simples. Foram adquiridos crânios e dentaduras em plástico, existentes em estabelecimentos comerciais e posteriormente foram trabalhados. As técnicas podem ser resumidas ao corte, à incisão, moldagem e à pintura.

Os modelos de crânio criados foram: *Australopithecus africanus*, *Homo erectus*, *Homo sapiens neanderthalensis* e *Homo sapiens sapiens*, dado que, por motivos que se relacionam com a evolução do homem, são os mais estudados, e consequentemente pode-se obter mais informações para a construção destes modelos.

No que se refere às características que se quis enfatizar do *Australopithecus africanus*, o modelo reproduzia uma fronte baixa, arcadas supra orbitárias espessas, proeminentes e com uma constrição pós orbitária muito acentuada. A forma do occipital é convexa e com reduzida expansão inferior. Não possuía glabella.



Figura 8 – Imagens do crânio do *Australopithecus africanus* construído.

Na construção ou manipulação do modelo de crânio do *Homo erectus*, modulou-se o crânio para que apresentasse bordos supra orbitais desenvolvidos, constrição pós orbitária menos acentuada e calote craniana mais arredondada, relativamente ao *Australopithecus africanus*. Possuía glabella e carena médio-sagital muito saliente. Salientou-se uma truncatura oblíqua na parte posterior do crânio bem como uma mandíbula robusta e saliente.

Na modulação do crânio *Homo sapiens neanderthalensis* salientou-se a projeção da cavidade nasal bem como o rebaixamento da caixa craniana no sentido ântero-posterior. Com maior expansão para zona pós orbitária, relativamente os seus antecessores, bem maior expansão occipital inferior. As cavidades orbitais foram projetadas para a representação de grandes e profundas. Não possuía glabella.

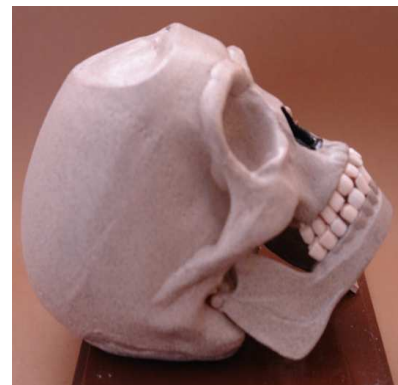
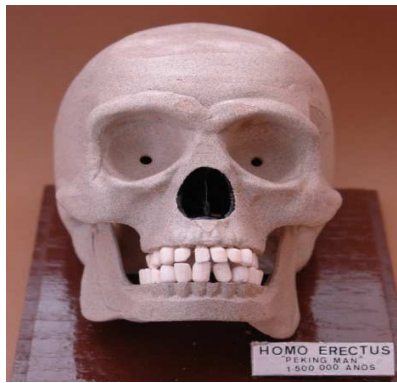


Figura 9 - Imagens do crânio do *Homo erectus* construído.

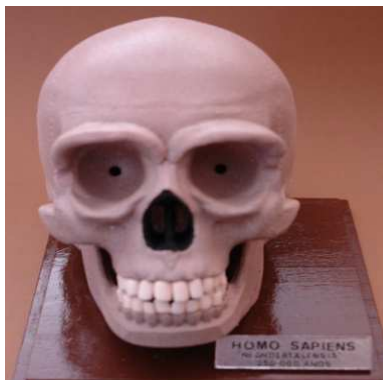


Figura 10 - Imagens do crânio do *Homo sapiens neanderthalensis* construído.

O modelo do crânio do *Homo sapiens sapiens* serviu, como é habitual referir-se nas experiências laboratoriais, de testemunho, pois aqui a única alteração efetuada foi colocar uma determinada massa que uniu as diferentes partes que constituíam o modelo craniano e que permitiu a pintura do mesmo.

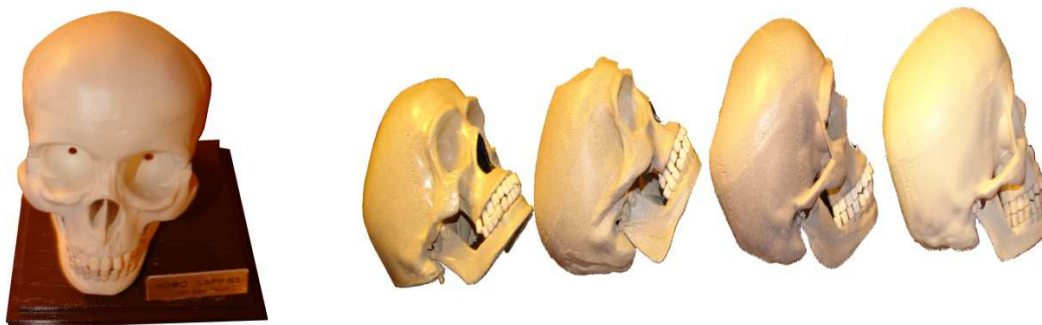


Figura 11 – Imagens do crânio do *Homo sapiens sapiens* e dos quatro crânios construídos.

Como os modelos pré-adquiridos dos crânios não permitia moldar a dentição dos hominídeos em estudo, optou-se por construir um molde em barro para a dentição, com implantes de dentes postigos que posteriormente foram moldados e ajustados segundo informação adquirida na pesquisa científica feita para o estudo em causa. Nestes modelos foram construídos modelos da dentição do *Australopithecus africanus*, *Homo habilis*, *Homo sapiens neanderthalensis* e *Homo sapiens sapiens*, dado que, por motivos que se relacionam com a evolução do homem, são mais estudados e por sua vez se pode obter mais informações para a construção destes modelos.

No *Australopithecus africanus* enfatizou-se uma mandíbula com dentes molares robustos, planos e fortes; dentes incisivos grandes e caninos projetados.

Na dentição do *Homo habilis*, relativamente aos australopitecos, a mandíbula é mais pequena; redução dos molares, mas pré-molares estreitos; incisivos maiores e os dentes caninos pequenos.

No Homem de Neandertal modelou-se mandíbula grande, os dentes incisivos e caninos são mais estreitos que os do *Homo habilis* e muito parecidos entre si e os dentes molares foram reduzidos, aproximando-se das características do *Homo sapiens sapiens*.

O molde da dentição do *Homo sapiens sapiens* foi adquirida e posteriormente implantada na mandíbula.

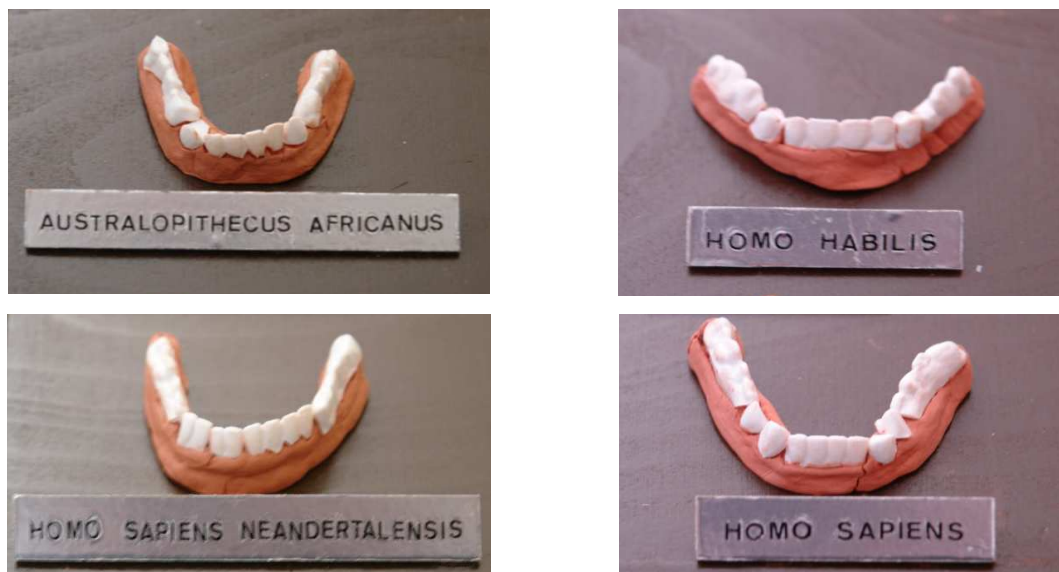


Figura 12 – Modelos de dentição.

Com o intuito de enfatizar a “Evolução e Migração do Homem Moderno”, foi entregue uma ficha de trabalho (Anexo VI.III) a todos os elementos da turma. Este documento apresenta um texto referente às variações climáticas, que podem ter sido responsáveis pelas migrações da nossa espécie, sendo este trabalho desenvolvido individualmente. Após a sua resolução, fez-se uma leitura, em conjunto, do texto apresentado e realizou-se uma discussão com os alunos em função das suas respostas e da proposta de resolução. Como atividade de enriquecimentos foi pedido aos alunos para realizarem, em casa, a uma ficha sobre as “Variações Climáticas e a Evolução do Homem” (Anexo VI.IV).

As teorias das rotas de migração do homem moderno foi explicada aos alunos para que estes pudessem compreender os processos envolvidos e o valor do seu contributo para o aparecimento e dispersão do Homem atual. Entregue uma ficha (Anexo VI.V) de apoio sobre o tema, pediu-se aos alunos para lerem, interpretar e responderem às questões colocadas (trabalho de pares e depois alargado à turma). Como atividade de reforço realizou-se uma atividade no quadro.

A criação da atividade “Migração do Homem Moderno” foi uma representação com características visíveis, com as quais existiu uma grande preocupação de rigor no desenho (com escala), em que se procurou, através de uma analogia, a forma de representação correta. A representação dos continentes, lagos e a mobilidade dos continentes, pretendeu ir ao encontro de teorias e práticas desenvolvidas por alguns autores, que fazem parte da

História da Geologia, nomeadamente, Athanasius Kircher. A atividade proposta de colocar informação icónica de modo a complementar e a contextualizar as rotas migratórias, pretendeu ser uma atividade estruturante na medida em que obriga a selecionar e a valorizar a informação contida na imagem apresentada. Uma atividade fácil de executar para todos os professores que decidem propor uma aula diferente, ou seja, mais dinâmica e interativa.



Figura 13 – Imagens ilustrativas da atividade “Migração do Homem Moderno” desenvolvida na sala de aula.

Fialho Ferreira (1987:20) considera “o Quadro Mural, material auxiliar de motivação de aprendizagem, quando o material mais adequado à matéria não existe na

escola e não está acessível. A mesma autora salienta algumas das vantagens neste material auxiliar, nomeadamente o desenvolvimento de aspetos psicomotores, cooperação nas atividades, informação de forma estimulante; observação, identificação, anotação e classificação; comparação, descrição e reformulação; explicação, previsão, cálculo, interpretação e inferência; formulação de novos problemas, desenvolvimento de novas hipóteses, descoberta de novas relações e relação professor-aluno e entre alunos favorecida.

As fichas de trabalho (Anexo VI) serviram para os alunos se familiarizarem com os problemas bem como constituíram material de recolha de dados sobre as dificuldades que os alunos da turma participante no estudo iam manifestando na resolução de problemas aquando da implementação das estratégias didáticas utilizadas nas aulas. Depois de detetadas, as dificuldades serviram de apoio para reformular formas de repensar o ensino. Com o intuito de avaliar o desempenho dos alunos perante a atividade, foi elaborada uma grelha de observação.

6 – Análise e interpretação dos dados

Neste capítulo apresenta-se os resultados referentes ao estudo, dividindo-se a análise e interpretação em quatro subcapítulos.

No primeiro subcapítulo (6.1), procede-se à análise dos questionários entregues aos professores, referente à criação/construção de materiais para o ensino da Geologia do 12º ano ou não.

No subcapítulo 6.2, apresentam-se os resultados alusivos ao questionário de pré-avaliação formativa e pós-avaliação formativa, fazendo uma comparação das duas avaliações sempre que necessário.

O subcapítulo 6.3 apresenta os resultados dos questionários entregues aos alunos, referentes à importância da criação/construção de materiais didáticos pelo professor no ensino e aprendizagem na temática.

Por fim, no subcapítulo 6.4 apresenta-se a análise de resultados obtidos pela grelha de observação, respeitante às atividades desenvolvidas.

A análise dos conteúdos serão apresentadas em tabelas ou gráficos elaborados em folhas de Excel, por se julgar que estes formatos permitem uma melhor leitura e interpretação.

6.1 – Análise e interpretação dos questionários dados aos professores

A técnica de investigação usada para avaliar as respostas ao questionário foi a análise dos documentos.

Como já foi referido anteriormente a amostra em estudo foi constituída por quatro professoras que lecionam a disciplina de Geologia do 12º ano na região do grande Porto e no ano letivo de 2009/2010.

Relativamente à primeira pergunta do questionário, que fazia referência à frequência com que cria/constrói materiais na disciplina de Geologia do 12º ano (Tabela 1), é possível constatar que 75% das professoras o fazem quatro a seis aulas por ano. Manifesta-se a necessidade do professor criar os seus materiais o que pode traduzir a necessidade de procurar e discutir soluções para problemas surgidos na aula; refletir sobre

a adequação das soluções propostas nos manuais em relação aos problemas em estudo bem como interpretar e analisar dados obtidos bem como favorecer formas de comunicação variadas (tabelas, desenhos, cartazes, texto, experiências, etc.) adaptadas às situações.

Criação/construção de materiais didáticos	Frequência (f)	Percentagem (%)
Não implementa.	0	0
Implementa 1 a 3 aulas por ano.	0	0
Implementa 4 a 6 aulas por ano.	3	75
Implementa mais de 6 aulas por ano.	1	25

Tabela 1 – Resultados sobre a frequência e percentagem da criação/construção de materiais didáticos (N=4).

Atendendo às respostas dadas na primeira pergunta do questionário não se possui elementos para a análise da pergunta dois, isto porque a frequência das respostas à questão é zero. Depreende-se que os professores criam os seus materiais, numa dialética de assimilação-acomodação ou porque entendem que os materiais criam um clima psicológico favorável a uma aquisição de conteúdos nos alunos.

Relativamente à pergunta número três do questionário, os professores foram unânimes em considerar que a disponibilidade de materiais necessários à criação/construção, a colaboração entre professores e a frequência de ações de formação que fomentem a criatividade seriam uma mais-valia para melhorar a criação/construção de materiais para a sua atividade como docente (Tabela 2).

Refira-se que alguns dos modelos de crânios aqui apresentados poderiam ter sido adquiridos junto de empresas que criam materiais de apoio ao ensino e que se tivermos em conta a possibilidade do seu estudo de cariz interdisciplinar poderá não ser considerado um elevado investimento na gestão escolar. Por outro lado, a divulgação de materiais/modelos em sites da web, e aqui refiro-me de um modo especial aos webfólios, poderá ser uma mais-valia para a colaboração entre professores e um incentivo à promoção da criatividade.

Aspetos que podem contribuir para melhorar a criação/construção de materiais didáticos	Frequência (f)	Percentagem (%)
Redução do número de alunos por turma ou possibilidade de desdobrar a turma.	0	0
Disponibilidade de materiais.	4	100
Redução de programas.	1	25
Colaboração entre professores.	4	100
Frequência em ações de formação que fomentem a criatividade.	4	100
Mais apoio por parte dos encarregados de educação e dos órgãos de gestão da escola.	2	50
Possibilidade de realizar esse tipo de atividades na disciplina de Área de Projeto.	2	50
Outras.	2	50

Tabela 2 – Resultados das sugestões que podem contribuir para melhorar a criação/construção de matérias didáticos (N=4).

Como outras razões apontadas pelos professores referem-se à necessidade de “mais intercâmbio entre quem investiga e quem ensina no secundário” e de “dificuldades logísticas e financeiras para a aquisição de material”.

Na questão 4 foi pedido aos professores que indicassem as áreas temáticas onde criaram/construíram materiais entre os conteúdos programáticos nomeados (Tabela 3). Verificou-se que a única unidade temática onde houve criação/construção de materiais didáticos foi “*Da teoria da deriva dos continentes à teoria da tectónica de placas. A dinâmica da litosfera*” e dentro desta dois temas dos três apresentados. Quando se consulta os três manuais de Geologia do 12º ano do Secundário constata-se existirem diversas propostas de trabalho, quer pela análise de textos quer pela realização de experiências, pelo que a criação de materiais pelo professor, poderá passar pelo desenvolvimento de competências nos alunos (problematizar, pesquisar, organizar informação, formular hipóteses, etc.), pelo desenvolvimento de atitudes e valores (espírito crítico, trabalho

colaborativo, normas de segurança, técnicas de trabalho experimental, etc.) bem como aumento do interesse dos alunos para o estudo dos conteúdos da Geologia.

Conteúdos programáticos “Tema 1 - <i>Da teoria da deriva dos continentes à teoria da tectónica de placas. A dinâmica da litosfera</i> ”.	Frequência (f)	Percentagem (%)
A teoria da deriva dos continentes de Wegener.	0	0
A convecção no manto terrestre e o movimento das placas litosféricas.	3	75
Movimentos verticais e/ou movimentos horizontais da litosfera.	2	50

Tabela 3 – Resultados das áreas onde se verifica a criação/construção de materiais didáticos pelos professores inquiridos (N=4).

Verificou-se que nenhum dos professores inquiridos selecionou o Tema 2 e o Tema 3, como uma temática para a qual já tenham criado/construído materiais.

O conteúdo programático do Tema 3, demonstra que a Geologia é uma ciência aglutinadora de outras ciências, que faz parte da realidade atual, que é suporte básico do nosso dia-a-dia, relaciona a dinâmica do meio ambiente, isto é, que possui um enorme valor como recurso didático.

Na última questão, inquiriu-se os professores das razões que os levam a não criarem/construírem materiais na temática “A evolução do Homem”. Para metade dos professores os manuais possuem informação que consideram suficiente para a explicitação do tema, que é uma temática já abordada em outras disciplinas de anos anteriores, a elevada extensão dos programas bem como a impossibilidade de compatibilizar os conteúdos programáticos com os materiais existentes na escola. Uma professora acrescentou que “se tivesse que implementar uma atividade nesta temática recorreria a uma visita de estudo ao Museu da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto”.

Certo é que a temática foi abordada em disciplinas anteriormente lecionadas, provavelmente, com outros objetivos e competências aplicadas, mas a questão que se coloca é que pontos de referência têm os professores que identifiquem as competências

pré-adquiridas. A resposta poderá ser a avaliação formativa, dado que esta incorpora-se no ato pedagógico que constitui o motor do sucesso de qualquer ação (Kerplan, 1988).

A revista *Science Education* publicou dois números especiais sobre as visitas de estudo a museus (novembro de 1997 e julho de 2004) demonstrando que as pessoas que os visitam com certa frequência têm mais facilidade, do que aquelas que não os visitam, para entenderem as diferentes formas de representar a realidade. Os mesmos estudos referem que as visitas devem estar bem estruturadas e integradas na programação da aula para ter maior eficácia, pois por si só não poderá ensinar conceitos “não familiares” ou desconhecidos totalmente.

Conteúdos programáticos “A evolução do Homem”	Frequência (f)	Percentagem (%)
Os manuais possuem informação que considero suficiente para a explicitação do tema.	2	50
Os manuais não propõem atividades a enfatizar.	0	0
Temática já abordada em outras disciplinas de anos anteriores e que não carece de ser explorada.	2	50
Impossibilidade de compatibilizar os conteúdos programáticos com os materiais existentes na escola.	2	50
Indisciplina e falta de motivação dos alunos.	0	0
Outras	1	25

Tabela 4 – Resultados dos aspetos de justificam a ausência da criação/construção de materiais didáticos na temática – A evolução do Homem (N=4).

Com a realização deste estudo, conclui-se que os professores inquiridos criam/constroem materiais de apoio à sua prática letiva. A falta de meios necessários à criação/construção de materiais, a colaboração entre colegas e ações de formação que fomentem a criatividade na produção de materiais de apoio ao ensino das ciências, e aqui referimo-nos à Geologia, são os principais aspetos indicados pelos professores como potenciadores do contributo para a construção de materiais de apoio ao ensino.

6.2 - Análise e interpretação dos questionários de pré e pós avaliação formativa

Como já referido anteriormente, esta investigação consiste em verificar se os alunos desenvolvem determinadas competências perante a construção de materiais, pelos professores, nomeadamente de modelos.

Numa primeira fase, no questionário de pré-avaliação formativa espera-se que os alunos demonstrem competências procedimentais, isto é, mobilizem conhecimentos relacionados com matérias lecionadas em anos anteriores, que relacionem conhecimentos de tempo geológico e da evolução do Homem. Na análise do questionário de pós-avaliação formativa espera-se que os resultados demonstrem que os alunos desenvolveram competências procedimentais, atitudinais e conceituais, isto é, as competências pretendidas após a implementação dos materiais de aprendizagem.

Para avaliação das questões foi considerado que a questão 1 e as alíneas *b, c, d, e, f, k, p, q, s, t, u, v, w, x* e *y* da questão 4 demonstram competência previamente adquiridas em disciplinas lecionadas em anos anteriores. A questão 2 relaciona um acontecimento ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica. Na questão 3, espera-se que os alunos mobilizem conhecimentos e relacionem constituições interpretativas da evolução do Homem e dos ambientes. Nas alíneas *z* e *aa* da questão 4 relaciona-se a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra. As alíneas *a, g, h, cc* e *dd* da questão 4 reconhece que os alunos identificam e relacionam as rotas de migração no processo de evolução do Homem. Nas alíneas *i* e *j* da questão 4 o aluno demonstra compreender e relaciona a importância das alterações ambientais na evolução do Homem. Por fim, nas alíneas *l, m, n, o, r* e *bb* da questão 4 espera-se que os alunos reconheçam características da evolução anatómica do Homem (Anexo VII).

O inquérito de pré-avaliação formativa tem como principal objetivo averiguar o que os alunos sabem acerca de um corpo de conhecimento antes da instrução (Novak & Gowin, 1994), tendo-se verificado (Tabela 5) que os alunos manifestaram grandes dificuldades em mobilizar conhecimentos científicos teoricamente pré adquiridos em disciplinas de anos anteriores (49,6%), pelo que o ensino e aprendizagem, tendo em vista a interdisciplinaridade e o reforço pode contribuir, em muito, na aprendizagem do

conhecimento. Fato reconhecido pela percentagem de respostas corretas (88,4%) no inquérito de pós-avaliação formativa, aos conteúdos interdisciplinares onde é pedido aos alunos que mobilizem conhecimentos pré adquiridos e que foram alvo de reforço no ensino. Nunziati (1990) desenvolveu a ideia de que a avaliação formativa é uma avaliação formadora, nos alunos acentua o seu controle nas etapas e nos critérios das suas aprendizagens, para os professores nas facilitações que a avaliação pode fornecer neste campo. Todavia, e de acordo com Astolfi *et al.* (2002), um grupo que apenas seja submetido aos pré- testes e pós testes, sem experiência interativa, não progride. O progresso só pode ser devido às interações entre alunos, aos conflitos sociocognitivos que estes tiverem que ultrapassar.

Questões	Questionário pré-avaliação formativa	Questionário pós-avaliação formativa
	Percentagem (%)	Percentagem (%)
Mobiliza conhecimentos adquiridos em disciplinas lecionadas em anos anteriores.	49,6	88,4
Relaciona certos acontecimentos ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica.	57,1	78,6
Relaciona constituições interpretativas da evolução do Homem e dos ambientes.	35,7	92,9
Relaciona a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra.	75	89,3
Identifica as rotas de migração no processo de evolução do Homem moderno.	54,3	90
Compreender e relaciona a importância das alterações ambientais na evolução do Homem.	85,7	100
Reconhece características da evolução anatómica do Homem.	69	91,7

Tabela 5 – Resultados das respostas corretas nos inquéritos de avaliação formativa (N=14).

Relativamente às questões relacionadas com certos acontecimentos ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronoestratigráfica, revela que apesar de ter sido uma matéria lecionada no tema anterior do programa curricular do ensino da Geologia do 12º ano, sempre que possível, deve manter-se uma ligação entre unidades ou temas do programa de ensino, pois funcionam como atividades de reforço ao ensino e aprendizagem. Para Ferry (1983) favorece a evolução do modelo inicial de aprendizagem por permitir a expressão periódica e final das evoluções pessoais e coletivas da amostra em estudo. Verificou-se que a percentagem de respostas assertivas, do questionário de pré-avaliação formativa para o de pós-avaliação formativa, passou de 57,1% para os 78,6%, respetivamente.

A percentagem de sucesso de aquisição de conhecimento no que concerne ao relacionar constituições interpretativas da evolução do Homem e dos ambientes foi elevada, nomeadamente de 35,7% para 92,9%. Poderá dever-se ao fato de ter sido uma temática abordada pela primeira vez, para grande parte dos alunos. Assim, e tendo em atenção a heterogeneidade da turma quanto aos conhecimentos em Geologia e da informação obtida pela análise do questionário de pré-avaliação formativa, que facilitou a organização de conceitos assente nas estruturas individuais de conhecimento dos alunos, esta temática foi abordada de forma expositiva pela professora e posteriormente com a elaboração de uma ficha de trabalho, que pretendeu ser uma atividade de reforço ao ensino e aprendizagem. A ficha foi entregue a cada um dos alunos, estes organizaram-se em pares para a leitura e realização da ficha e posteriormente, da necessidade de se refletir e procurar respostas às questões a discussão foi alargada à turma.

Nas questões onde era necessário relacionar a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra, verificou-se um significativo sucesso na instrução dos alunos, isto é, um acréscimo de respostas certas na ordem dos 14,3%. Refira-se mais uma vez a importância de relacionar unidades de ensino e assim reforçar os esquemas de raciocínio do aluno.

Verifica-se que nunca é de mais relembrar uma matéria, mesmo que tenha sido lecionada em uma, duas ou mais disciplinas de anos anteriores e exemplo disso é a questão relacionada com a identificação de rotas de migração no processo de evolução do Homem

moderno. A aquisição de conhecimento efetivo, traduzido de 54,3% para 90%, demonstra como as atividades “*hands-on*”, realce-se a atividade efetuada no quadro mural, são do agrado dos alunos, manifestado quer pela participação espontânea dos alunos na atividade prática realizada na aula quer pelo conhecimento avaliado no questionário de pós-avaliação formativa.

Compreender e relacionar a importância das alterações ambientais na evolução do Homem é um tema atual. Desde a formação da Terra que os seres vivos têm evoluído, entre elas a espécie humana, a tomada de consciência e a mobilização de conhecimentos permitiu aos alunos compreenderem que as gerações futuras dependem do equilíbrio entre as necessidades do Homem e o meio natural. Como tal, compreende-se as percentagens de respostas bem sucedidas na abordagem das adaptações do Homem às alterações do meio ambiente, quer nos inquéritos pré-avaliação formativa (85,7%) quer nos inquéritos de pós-avaliação formativa (100%).

Por fim, verificou-se que 91,7% dos alunos reconhece as características da evolução anatómica do Homem, depois de trabalharem com matérias de cariz interdisciplinares e com modelos realizados pela professora e implementados na sala de aula, tendo em conta a metodologia de Resolução de Problemas.

6.3 - Análise e interpretação dos questionários de avaliação do ensino e da aprendizagem

Para avaliar a organização e a gestão do ensino e da aprendizagem, foi pedido aos alunos indicassem o grau de intensidade quanto à diversidade de estratégias utilizadas, qualidade das estratégias utilizadas, qualidade dos materiais didáticos, adequação dos materiais didáticos, qualidade dos instrumentos de avaliação, diversidade de estratégias de avaliação, organização e gestão do espaço de aula pela professora e o contributo da professora para a construção das aprendizagens nas aulas lecionadas (Tabela 6).

Para metade dos alunos a diversidade das estratégias utilizadas foram muitas e para os restantes, que representam outros 50% dos alunos, foram muitíssimas. A diversidade

das estratégias utilizadas ou formatos das atividades de aprendizagem usados teve como intuito favorecer a discussão e a procura de soluções para problemas que surgem na temática bem como recorrer a diferentes formas de comunicação.

Questões	Muitíssimo		Muito		Moderado		Pouco		Muito pouco	
	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
Diversidade das estratégias utilizadas	7	50	7	50	0	0	0	0	0	0
Qualidade das estratégias utilizadas	8	57,1	6	42,9	0	0	0	0	0	0
Diversidade dos materiais didáticos	12	85,7	2	14,3	0	0	0	0	0	0
Qualidade dos materiais didáticos	10	71,4	4	28,6	0	0	0	0	0	0
Adequação dos materiais didáticos	9	64,3	5	35,7	0	0	0	0	0	0
Qualidade dos instrumentos de avaliação	8	57,1	6	42,9	0	0	0	0	0	0
Diversidade de estratégias de avaliação	9	64,3	4	28,6	1	7,1	0	0	0	0
Adequação dos instrumentos de avaliação	10	71,4	4	28,6	0	0	0	0	0	0
Organização e gestão do espaço de aula pela professora	11	78,6	3	21,4	0	0	0	0	0	0
Contributo da professora para a construção das aprendizagens	12	85,7	2	14,3	0	0	0	0	0	0

Tabela 6 – Resultados obtidos sobre a gestão do ensino e da aprendizagem (N=14).

A qualidade das estratégias utilizadas visou desenvolver atitudes de responsabilidade de partilha quer no trabalho de pares quer no trabalho de grupo bem como o desenvolvimento de competências (problematizar, organizar e tratar informação, argumentar, avaliar e validar ideias) e aqui também se verificou a muita (42,9%) e muitíssima (57,1%) satisfação dos alunos.

Relativamente à diversidade dos materiais didáticos, 85,7% dos alunos responderam que foi usada muitíssima diversidade de materiais e 14,3% dos inquiridos referiu muita diversidade, mais uma vez a diversificação de comunicação em sala de aula foi tida em conta, dado que houve recurso a PowerPoint, vídeos, fichas de trabalho e maquetas.

Quanto à qualidade dos materiais didáticos, pretendeu-se aferir se estes eram apelativos e consequentemente serviram para a envolvência dos alunos, ao que 71,4% dos

alunos manifestaram-se muitíssimo satisfeitos com a qualidade dos materiais e os restantes (28,6%) muito satisfeitos.

Relativamente à adequação dos materiais didáticos e aqui salienta-se a preocupação da articulação da Geologia com outras áreas do conhecimento bem como a adaptação da informação de modo a favorecer a aprendizagem na temática em estudo. Mais uma vez os alunos ficaram muito satisfeitos (35,7%) e os restantes (64,3%) muitíssimo satisfeitos.

Os instrumentos de avaliação usados foram inquéritos de pré e pós-avaliação formativa, fichas de trabalho realizadas na aula, correção do trabalho (ficha de trabalho entregue aos alunos e do livro de atividades do manual escolar) e registo da sua concretização ou não, bem como a grelha de observação. Para 57,1% dos alunos o grau de satisfação é muitíssimo quanto à qualidade dos instrumentos de avaliação e 42,9% dos alunos considera de muita qualidade. Quanto à diversidade de estratégias de avaliação, um aluno considerou moderado (7,1%), quatro (28,6%) consideraram que houve muita diversidade e os restantes nove alunos (64,3%) consideraram que houve muita diversidade de estratégias de avaliação. No que concerne à adequação dos instrumentos de avaliação, 71,4% dos alunos afirmam que a adequação foi muitíssima e 28,6% considerou muita. Reforça-se a ideia de que uma atividade de aprendizagem proposta poderá ser complementada com trabalho de casa, sempre com o objetivo de que os alunos procurem contextualizar os conhecimentos científicos trabalhados na aula.

A organização e gestão do espaço de aula pela professora foi do agrado da maior da maior parte dos alunos que consideram-na muitíssimo boa (78,6%) e só (21,4%) dos alunos consideraram muito boa.

Ao solicitar que os alunos avaliassem o contributo da professora para a construção das aprendizagens, inferiu-se acerca do reconhecimento do uso da metodologia na resolução de problemas, na valorizaram da aprendizagem em prol do desenvolvimento de competências (ensinar a pensar, não somente em termos da ciência, mas também em termos das exigências de vida; trocar experiências sociais e culturais e a querer utilizar o conhecimento na vida), ao que 85,7% dos alunos acharam que o contributo da professora foi muitíssimo importante e 21,4% que foi muito importante.

A figura abaixo representa a percentagem de dificuldades encontradas pelos alunos no ensino e na aprendizagem destas aulas.

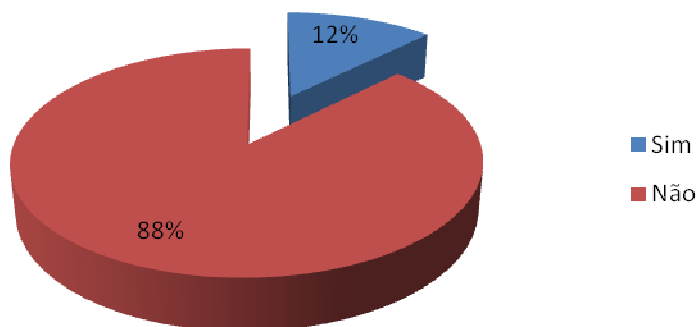


Figura 14 - Gráfico com a percentagem de dificuldades encontradas pelos alunos no ensino e na aprendizagem destas aulas.

Relativamente aos dois alunos que referiram ter encontrado dificuldades no ensino e aprendizagem (Figura 14), os alunos referiram que “as dificuldades foram mínimas, talvez na distinção das dentições, mas nada que a professora não tivesse esclarecido” e “falou em assuntos dos quais não entendo nada”. Refira-se que a comunicação em sala de aula é de extrema importância, pois transforma a aprendizagem numa atividade eminentemente social. Gomes (1987) refere que a linguagem tem um carácter social, e só funciona através das relações sociais e em função delas.

Quem é que compreende o que eu digo, se o que digo é incompreensível por incolor ou baço, apesar de significar claridade? – A quem comunicarei o meu entusiasmo, se não falar entusiasmado?

O diário de Sebastião da Gama (in Gomes, 1987:7)

Relativamente aos elementos facilitadores do ensino e da aprendizagem (Tabela 7), os alunos foram unânimes (100%) ao dizer que foi a linguagem utilizada no decorrer das aulas. Depreende-se que foi um discurso organizado em função dos interlocutores, onde o uso de termos não definidos ou mal definidos, não essenciais à compreensão do assunto, e portanto, acessórios à aprendizagem esteve ausente. Em Ciência a terminologia é

importante mas não um fim em si mesma, mas refira-se Santo Agostinho: “As próprias palavras, por si só, não nos ensinam nada”. A este propósito Gomes (1987) refere que os professores concentram-se nas palavras técnicas, por que estas são uma característica dos livros de ciências, o que leva os alunos a um esforço enorme ao tentar soletrar, definir ou mesmo explicar o significado de tais palavras. Contrariamente ao que se crê, é na maior parte das vezes muito mais complexa a maneira como se fala acerca dos fenómenos, do que os próprios fenómenos em si.

Comunicação e representação, eis a função de qualquer linguagem. Representar é tornar visível algo não presente. Comunicar é transmitir um sinal de alguém a outrem. No professor tem que surgir de forma natural e espontânea, como consequência do seu prazer por aquilo que comunica (Gomes, 1987).

Apesar das fichas de trabalho constituírem um auxiliar na resolução de problemas, ajudando os alunos a aprender estratégias cognitivas, foi entre os recursos usados o considerado como menos facilitador da aprendizagem.

Elementos facilitadores do ensino e da aprendizagem	Frequência (f)	Percentagem (%)
Fichas	10	71,4
Modelos	13	92,9
Linguagem	14	100
Vídeos	13	92,9
PowerPoint	13	92,9

Tabela 7 – Resultados obtidos sobre os elementos facilitadores que os alunos encontraram no ensino aprendizagem destas aulas (N=14).

Na tabela 8 encontra-se as frases que descreveram o contributo dos modelos no ensino e na aprendizagem e estas refletem a necessidade dos alunos se sentirem atraídos pela matéria para que todo o processo se desenvolva.

Contributo dos modelos no ensino e na aprendizagem	Frequência (f)	Percentagem (%)
“Foi possível sentir as diferenças entre os modelos”	2	14,3
“Melhor visualização das diferentes características”	3	21,4
“Facilitaram e incentivaram o interesse na matéria”	9	64,3

Tabela 8 – Resultados obtidos sobre o contributo dos modelos no ensino e aprendizagem destas aulas (N=14).

Relativamente à questão 5 “Considera que os modelos/maquetas utilizados no ensino aprendizagem contribuíram para a criação de imagens mentais?”, todos os alunos responderam que sim e acrescentaram que “porque podemos visualizar as imagens no espaço e não na folha” e “é mais fácil relembrar algo tátil do que algo teórico”. Verificou-se que os alunos privilegiam a experiência sensorial direta, através de modelos, como potenciais indutores do conhecimento e interesse.

Quanto à questão 6 “ Considera que os modelos/maquetas utilizados no ensino e aprendizagem são imagens transmissoras que facilitam os processos de comunicação”, todos os alunos responderam que sim. Gomes (1987) refere que na sala de aula tudo aquilo que não é comunicado verbalmente é igualmente importante, isto é, a expressão facial, o tom de voz e a forma como o professor expõe a matéria é crucial na comunicação.

Na questão 7, todos os alunos concordaram com a afirmação apresentada e acrescentaram que, uma construção, uma estrutura, “facilitam e incentivam o interesse do aluno na matéria”, “os modelos facilitam as observações das características, nomeadamente, os crânios ajudaram-me a ver as diferenças entre o *Homo sapiens* e *Homo erectus*” e que “como acontece na vida real, uma experiência vivida é mais fácil de ser relembrada”.

Por fim, na questão 8 foi pedido aos alunos sugestões para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem e as respostas sugeriram “maior diversidade de objetos de avaliação” e as restantes foram de incentivo à continuidade “continue assim”, “nada a sugerir, está bom assim”.

6.4 - Análise e interpretação da grelha de observação

Esta observação teve natureza qualitativa e quantitativa, uma vez que esta atividade possuía caráter avaliativo para a disciplina de Geologia, por parte da docente. No âmbito deste estudo, apresenta-se os resultados qualitativos.

A tabela 9 apresenta os resultados referentes à motivação dos alunos durante o decorrer da implementação dos materiais em estudo. Constata-se que a maior parte dos alunos estiveram muito motivados, pois sabe-se que a motivação aumenta quando o material didático que é utilizado é adequado, que as tarefas criativas são mais motivadoras que as repetitivas e que as estratégias operativas e participativas são também mais motivadoras.

Motivação							
Insuficiente		Suficiente		Bom		Muito bom	
(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
0	0	1	7,1	3	21,4	10	71,4

Tabela 9 – Resultados obtidos sobre a motivação dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14).

Relativamente ao interesse, verifica-se na análise da Tabela 10, que os alunos gostam muito de realizam experiências com réplicas de instrumentos históricos, virar e revirar, comentar e gracejar face a pormenores que se vivem com modelos *hands-on*.

Interesse							
Insuficiente		Suficiente		Bom		Muito bom	
(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
0	0	1	7,1	2	14,3%	11	78,6

Tabela 10 – Resultados obtidos sobre o interesse dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14).

Na tabela 11 fazem-se referência aos resultados registados da participação espontânea por parte dos alunos. Salienta-se que todos os alunos participaram espontaneamente, com desempenho de bom (35,7%) ou muito bom (64,3%). A

participação espontânea promove a responsabilidade no aluno, aumenta a confiança em si mesmo e o sentimento de solidariedade e respeito mútuo.

Participação espontânea							
Insuficiente		Suficiente		Bom		Muito bom	
(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
0	0	0	0	5	35,7	9	64,3

Tabela 11 – Resultados obtidos sobre a participação espontânea dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14).

A participação do aluno quando este é solicitado, incentiva-os a aprender em interação e a tirar partido das experiências de aprendizagem de cada um. Na análise da tabela 12 verificou-se que o desempenho dos alunos é inferior ao verificado na participação espontânea, o que pode refletir o aumento do sentimento de isolamento.

Participação solicitada							
Insuficiente		Suficiente		Bom		Muito bom	
(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
	0	3	21,4	5	35,7	6	42,9

Tabela 12 – Resultados obtidos sobre a participação solicitada dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14).

Os dados encontrados para caracterizar a pontualidade (Tabela 13) foram enquadrados num nível de bom e muito bom.

Pontualidade							
Insuficiente		Suficiente		Bom		Muito bom	
(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
0	0	0	0	7	50	5	50

Tabela 13 – Resultados obtidos sobre a pontualidade dos alunos durante as atividades de ensino e da aprendizagem (N=14).

7 – Considerações finais

Através da análise do conteúdo e tendo por base as questões-problema definidas, bem como os objetivos inicialmente propostos serão levantadas algumas considerações, nomeadamente:

- a) Será possível estudar de forma interdisciplinar “A Evolução do Homem na Terra” e a “Terra conta a sua História”?
- b) Qual a importância dos materiais construídos e das atividades realizadas pelo professor para o ensino aprendizagem?

Neste estudo foram muitas as descobertas, mas no final desta etapa, serão expostas as conclusões atendendo aos objetivos definidos neste estudo.

7.1 - Conclusões da investigação

Nesta investigação foram produzidos materiais de cariz interdisciplinar, não no sentido da aplicação em diferentes disciplinas e anos curriculares, mas como desencadear do progresso cognitivo do aluno, no sentido de se ultrapassar a simples constatação de aquisições prévias por parte dos alunos, mas também criar um modelo de gestão didática que permita ao professor explicitar melhor a sua prática de ensino.

Pela análise dos resultados constatou-se que é possível estudar de forma interdisciplinar os temas “A Evolução do Homem na Terra” e a “Terra conta a sua História”, dado que estas temáticas abordam assuntos que se relacionam e/ou sobrepõem-se ao nível de conteúdos. Dos resultados obtidos na análise aos inquéritos de pré-avaliação formativa foi possível constatar que existiam assuntos lecionados em anos anteriores aos quais foi necessário retomar bem como efetuar reparações para se prosseguir o tema em estudo. Constatou-se o sucesso da estratégia didática nos resultados dos inquéritos de pós-avaliação formativa quanto às questões relacionadas com a mobilização de conhecimentos adquiridos em disciplinas lecionadas em anos anteriores, em que a assertividade das respostas passou de 49,9% para 88,4%.

A construção destes materiais de cariz interdisciplinares, a sua explicitação numa linguagem transversal, possível quando existe implicação do professor com os materiais e com as matérias, permitiu aos alunos o seu desenvolvimento cognitivo reconhecido nas questões onde se pretendia que estes relacionassem a evolução do Homem e dos ambientes, tornando-os cidadãos mais despertos para a evolução do meio ambiente e dos seres vivos, nomeadamente da espécie humana. Constatou-se o seu interesse e implicação sobre a temática quer na análise dos resultados aos inquéritos de pós-avaliação formativa, com 92,9% das respostas corretas, quer da abordagem da temática na aula (com registos positivos na motivação, interesse e participação), onde houve lugar ao diálogo, propostas e soluções para a construção de uma sociedade em direção ao desenvolvimento sustentável.

É possível estudar de forma interdisciplinar “A Evolução do Homem na Terra” e a “Terra conta a sua História” quando se estuda as rotas de migração no processo de evolução do Homem, compreendendo que a distribuição temporal e geográfica dos fósseis não é fruto do acaso. Antes da implementação dos materiais 54,3% dos alunos acertaram nas questões do questionário de pré-avaliação formativa e após a implementação dos materiais de cariz interdisciplinares, relembrando o emprego da atividade “Rotas de Migração”, foi possível identificar que quase a totalidade dos alunos (90%) acertaram nas questões relacionadas com o assunto.

A estratégia de conceção e planeamento de ensino aqui usada deve conduzir à ideia de “conceber e concretizar, ajustando-se ao longo da ação, um percurso intencional orientado para a maximização da aprendizagem do outro” ou ainda “um conjunto de ações com vista à obtenção ou maximização de um resultado pretendido e sua qualidade” (Roldão, 2009:60), pelo que não se pode depreender, sem avaliação e aqui entenda-se *um conjunto de utensílios de regulação e de gestão da aprendizagem*, que a temática “A evolução do Homem” não carece de ser explorada dado que já foi abordada em outras disciplinas de anos anteriores. Ciente de que uma ida a um Museu é uma atividade enriquecedora, e partilhando a opinião de estudos que revelam que os alunos depois de realizarem uma visita a um Museu ou Centro de Ciência apresentam uma atitude mais positiva perante a Ciência e a Tecnologia favorecendo a aprendizagem (Stevenson, 1991; Chagas, 1993) e que a aprendizagem significativa é influenciada pela aprendizagem associada (Dierking e Falk, 1994), sendo uma fonte de aprendizagem informal sobre

ciência (Wellington, 1990). Reforço aqui a ideia que a *aprendizagem significativa é influenciada pela aprendizagem associada*, isto é, para que uma visita contribua de forma eficaz para o enriquecimento cultural dos alunos deve ser devidamente planeada, isto é, deve haver uma preparação prévia por parte do professor para dele se poder tirar o máximo de partido, pois o total desconhecimento do Museu não propicia a ocorrência de aprendizagem (Lourenço, 1999).

Quanto à questão “Qual a importância dos materiais construídos e das atividades realizadas pelo professor para o ensino e aprendizagem?”, o estudo demonstra que os alunos gostaram muito da diversidade e qualidade dos materiais didáticos usados no decorrer das aulas, dado que os mesmos não estiveram centrados na memorização de conteúdos (fatos e leis), na realização de atividades de mecanização e na aplicação de regras à resolução de questões semelhantes às anteriormente apresentadas e resolvidas pelo professor (Canavarro, 2000). Num processo de reflexão da prática de ensino, no qual se insere a minha organização e gestão do espaço de aula e dentro dela os materiais construídos e as atividades realizadas, mostraram ser muito do agrado dos alunos.

Os conteúdos abordados dentro dos temas não são estanques, pelo contrário, carecem de reforço de aprendizagem, nomeadamente ao nível dos conteúdos procedimentais e atitudinais que relacionem certos acontecimentos ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica e a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra. O planeamento das atividades com materiais construídos pelo professor proporcionando aulas interligadas, dando sentido lógico ao conjunto, propicia a que os alunos descubram, adquiram um método de trabalho e construam amplos esquemas conceptuais. Os resultados mostram que houve uma ligeira melhoria, na aplicação dos conteúdos pedidos aos alunos ao relacionar certos acontecimentos ocorridos ao longo da história com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica bem como na evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra, na ordem dos 21,5% e 14,3%, respetivamente.

Cerca de 75% dos professores inquiridos criam/constroem os seus materiais didáticos e implementam-nos em quatro ou seis aulas por ano e só 25% destes implementa

mais de seis aulas por ano recorrendo a materiais criados/construídos por si. Todos os professores inquiridos consideraram que a disponibilização de recursos contribui para melhorar a criação/construção de materiais didáticos, outra ação potenciadora depreende-se com a colaboração dos professores bem como a formação contínua em ações de formação que fomentem a criatividade. Saliente-se que os professores sentem necessidade de maior intercâmbio entre quem investiga e quem ensina.

Quando perguntado aos professores quais as áreas temáticas onde criam/constroem materiais, entre os conteúdos programáticos nomeados, verificou-se que nenhum selecionou o tema em estudo. Refira-se que apesar de metade dos professores considerarem que os manuais não possuem informação suficiente para a explicitação do tema não o fazem. Mais, metade destes professores consideram que existe impossibilidade de compatibilizar os materiais existentes na sala de aula e/ou laboratório com os conteúdos programáticos. Na minha perspetiva reflexiva, urge a necessidade na formação inicial de professores, e de acordo com Alencar (2006), desenvolver novos talentos, promover novidades, formar cidadãos criativos, interativos e autónomos.

A importância dos materiais construídos e das atividades realizadas pelo professor para o ensino e aprendizagem foram determinantes para o pleno sucesso de competências atitudinais e procedimentais em áreas como compreender e relacionar a importância das alterações ambientais na evolução do Homem.

Dentro dos materiais construídos, e aqui fazendo referência de forma objetiva aos modelos/maquetas, estes foram determinantes ao reconhecimento das características da evolução anatómica do Homem, como facilitadores de aprendizagem de conteúdos e de toda uma motivação, interesse, participação e não menos importante a sua assiduidade às aulas.

Ao terminar quero reafirmar que a criação de materiais com cariz interdisciplinar quer como facilitadores e estimuladores de criatividade desenvolveram competências atitudinais, procedimentais e conceptuais. A utilização de materiais didáticos para o estudo da Geologia é uma ferramenta fundamental para os processos de ensino e aprendizagem, sendo os modelos uma importante e viável alternativa para auxiliar nestes processos, por favorecer o educando a construção do conhecimento e o entendimento dos conteúdos. Não menosprezando os modelos existentes no mercado é sempre possível construir novos

materiais alternativos aos existentes e que satisfaçam as necessidades dos professores, quer através de jogos, maquetas, entre outros.

7.2 – Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações

Apesar do esforço na concretização deste estudo, existiram diversas limitações e constrangimentos que devem ser mencionados neste momento, para uma melhor compreensão desta investigação.

Após uma reflexão sobre os resultados desta investigação apercebo-me que:

- deverá existir um maior investimento na formação inicial e contínua de professores de Biologia e Geologia, que fomente a criatividade e a criação de materiais de cariz didático. Segundo Pereira (2007), o sistema educativo deveria preocupar-se em oferecer experiências, que promovessem o desenvolvimento da criatividade em todas as áreas de expressão, como forma de construção de conhecimento e de aprendizagem significativa, para que, e de acordo com Roldão (2005) se continue a ensinar e a avaliar em função de competências a construir, na tentativa de responder às necessidades advindas das mudanças sentidas no contexto educativo;
- torna-se necessário uma constante reflexão crítica sobre as práticas letivas, mais concretamente na educação em Ciências. O eu singular, individual e único deve, antes de mais, descobrir a sua motivação, a sua vontade, a sua curiosidade e envolver-se ativamente nos objetivos que traça para si (Silva, 2006:49). Certa que o espaço temporal que decorreu entre a implementação prática dos materiais aqui apresentados e a construção do relatório final, tornou-me numa cidadã mais reflexiva, ou melhor, com o retorno da reflexão, com falência da crença nos bons métodos, nos bons modelos e na possibilidade da sua imitação/ou recriação (Sá-Chaves, 2009). O extenso campo de dúvidas, não se coloca tanto sobre os fins da construção dos modelos/maquetas, dado que os resultados da investigação, neste estudo de caso, falam por si, mas ao nível intrínseco, aprendi a partir da reflexão e a partir dela desenvolveria novas compreensões e apreciações.

- deveria ter sido um estudo com aplicação a outras turmas de Geologia do 12º ano, de outras escolas e de outras regiões do país, isto é, mais alargado e com critérios mais definidos, proporcionando aos estudantes oportunidades para canalizar a sua energia criativa (Alencar, 1999).

Como sugestões para futuras investigações, seria interessante ver de que forma é que os professores propiciam aos alunos atividades com modelos/maquetas no ensino da Geologia, de como estimulam os alunos a fazerem parte do processo criativo, isto é, serem estes os criadores de modelos *hands-on*. Também seria interessante convidar os professores de Ciências Naturais que lecionam o 7º ano de escolaridade a participarem neste estudo e porque não os professores de História que lecionam o 7º ano de escolaridade, e assim verificar a aplicação dos modelos/maquetas de forma interdisciplinar, ajustado aos objetivos e competências dos respetivos programas. Mais alunos e professores poderiam ser envolvidos e a amostra seria mais representativa.

Outra aposta seria a criação de formações continuadas de promoção à criação de materiais didáticos que posteriormente podiam ser publicados em séries didáticas de apoio ao ensino e de estímulo à criatividade.

Este estudo levanta-me muitas novas questões, nomeadamente a sua continuação e implementação em outros contextos e acima de tudo a partilha da construção de novos materiais, revelando que a profissão de professor é também de investigador.

Porém, mais do que referir possíveis estudos, fica a crença na necessidade da investigação, divulgação e partilha de materiais didáticos criados no âmbito das Ciências Naturais, Biologia e da Geologia que estimulem o ensino e a aprendizagem.

Bibliografia

Abreu, L. M. (1992). Introdução à teoria do agir comunicativo de J. Habermas. Cadernos CIDInE, 5, 5-12.

Alarcão, I. (1994). Ser Professor Reflexivo. 8º Congresso Nacional da Associação Portuguesa de Professores de Inglês.

Alarcão, I. (1997). Contribuição da Didática para a Formação de Professores – reflexões sobre o seu ensino. Pimenta, S.G. (org.) Didática e Formação de Professores: Percursos e Perspetivas no Brasil e em Portugal. S. Paulo: Cortez Editora.

Alarcão, I. (2001). Professor-Investigador. Que Sentido? Que Formação? In Bártolo Campos (Org.). Formação Profissional de Professores no Ensino Superior, 21-30. Porto.

Alarcão, I. (2003). Professores Reflexivos em uma Escola Reflexiva. São Paulo: Cortez Editora.

Alencar (1999). Como Desenvolver o Potencial Criador: um guia para a liberação da criatividade em sala de aula. Petrópolis: Vozes.

Alencar, E. S. (2006). Novas contribuições da psicologia aos processos de ensino e aprendizagem Porto: Diversos.

Allal, L. (1986). Estratégias de Avaliação Formativa: concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação. In L. Allal, J. Cardinet e Ph. Perrenoud: A Avaliação Formativa num Ensino Diferenciado. Coimbra: Almedina.

Amador, F. (1998). As imagens no Ensino da Geologia. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Amador, F. & Silva, M. (2004). Programa de Geologia, 12º Ano. Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa: Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Astolfi, J.P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. & Toussaint, J. (2002). As Palavras-Chave da Didática das Ciências. Coleção Horizontes Pedagógicos. Instituto Piaget Editora.

Ausubel, D. P. (1978). Psicologia Educativa. México: Trillas.

Barberá, O. & Sendra, C. (2011). La Biología y el Mundo Del Siglo XXI. Biología y Geología. Complementos de Formación Disciplinar. Vol. 1. Barcelona: Editorial Graó.

Bell, J. (1997). Como Realizar um Projeto de Investigação. 1ª Edição. Lisboa: Gradiva.

Botelho, A., Borges, C. & Morais, A. (2002). As Imagens dos Manuais Escolares de Ciências. Análise dos princípios de igualdade entre homens e mulheres. Inovação, 15, 1-2-3, pp.23-44.

Cachão, M. (2007). Origem da Vida: Perspetiva Geológica. Lisboa: Ciclo de palestras públicas do Observatório Astronómico de Lisboa – FCUL.

Cachapuz, A. (1997). Ensino das Ciências e Mudança Conceptual: Estratégias Inovadoras de Formação de Professores. Ensino das Ciências. 1ª Edição, pp.145-164. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa: Ministério da Educação.

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). Ciências, Educação em Ciências e Ensino das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação.

Caldeira, H. & Antunes, E. (2006). O Museu da Física da Universidade de Coimbra: das origens às preocupações atuais. Lisboa: Coleção de Ciências Físicas e Tecnologias em Museus Universitários.

Cañal, P. (2011). Competencia Científica y Competencia Profesional en la Enseñanza de la Biología y la Geología. Didáctica de la Biología e la Geología. Formación del Profesorado. Educación Secundaria, 2, Vol. II, pp.29-47.

Canavarro, J. M. (2000). O Que Se Pensa Sobre a Ciência. Coimbra: Quarteto Editora.

Carmo, H. E. & Ferreira, M. M. (1998). Metodologia da Investigação. Lisboa: Universidade Aberta.

Carmo, H. E. & Ferreira, M. M. (2008). Metodologia da Investigação – Guia para a Auto-aprendizagem. 2ª Edição. Lisboa: Universidade Aberta.

Carr, W. & Kemmis, S. (1986). Teoría Crítica de la Enseñanza. Barcelona: Martinez-Roca.

Carreira, J. S. (2000). O Papel do Conhecimento Prévio na Compreensão em Leitura: Estratégias de Ativação e Desenvolvimento. Tese Mestrado. Universidade de Aveiro.

Chagas, I. (1993). Aprendizagem Não Formal/Formal das Ciências. Relações entre os Museus de Ciência e as Escolas. Revista de Educação, Vol. III, pp.51-59.

Consalez, L. (2001). Maquetes. A representação do espaço no projeto arquitetónico. Barcelona: Editorial Gustavo Gill, SA.

Damas, J. M., & De Ketele, J. M. (1985). Observar para Avaliar. Coimbra. Livraria Almedina.

Damásio, A. (1995). O Erro de Decartes. Lisboa: Europa-América.

De Pro Bueno (1998). Se Pueden Enseñar Contenidos Procedimentales en las Clases de Ciências? Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), pp.21-41.

Debray, R. (1994). Vida y Muerte de la Imagen. Barcelona: Paidós.

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. In NK Denzin and YS Lincoln (Eds.) Handbook of Qualitative Research, pp.1-17. Thousand Oaks: Sage Publications.

Dias, A. G., Guimarães, P. & Rocha, P. (2006). Geologia, 12º ano. Porto: Areal Editores.

Diehl, A. A. & Tatim, D. C. (2004). Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas: método e técnicas. São Paulo: Prentice Hall.

Dierking, L. D. & Falk, J. H. (1994). Family Behavior and Learning in Informal Science Settings: A review of the research. *Science Education*, 78, pp. 57-72.

Domingos, A. M., Neves, I. P. & Galhardo, L. (1987). *Uma Forma de Estruturar o Ensino e a Aprendizagem*. 3ª Edição. Lisboa: Livros Horizonte.

Ellenberger, F. (1989). *Historia de la Geologia*. Barcelona: MEC e Labor.

Engelhardt, W. & Zimmermann, J. (1988). *Theory of Earth Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ferry, G. (1983). *Le Trajet de la Formation*. Paris: Dunod.

Fialho Ferreira, A. (1987). O Material como Auxiliar na Motivação da Aprendizagem. *Noesis: a revista dos professores*. Lisboa, junho/julho/agosto.

Freixo, M. (2010). *Metodologia Científica – Fundamentos Métodos e Técnicas*. 2ª Edição. Lisboa: Instituto Piaget.

Garson, Y. (1991). Including Science in the Primary Curriculum – Strategies and Problems. Aveiro: Comunicação apresentada no 2º Encontro de Didáticas e Metodologias de Ensino.

Giere, R. (1988). *Explaining. Science*. Chicago: University of Chicago Press.

Gielbert, J. K. & Boulter, C. J. (1995). Stretching Models too Far. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association, San Francisco, pp.22-26. April.

Gilbert, J.K., Boulter, C.J. & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.), *Developing Models in Science Education*, pp. 3-18. Dordrecht: Kluwer.

Giordan, A. & Vecchi, G. (1988). *Los Orígenes del Saber*. Sevilla: Díada.

Gohau, G. (1988). *História da Geologia*. Lisboa: Europa-América.

Gomes, C. (1987). A Linguagem em Sala de Aula. Noesis, nº 2, pp. 7-15.

Gubern, R. (1994). La Mirada Opulenta. Barcelona: Gustavo Gilli.

Hadji, C. & Baillé, J. (2001). Investigação e Educação – para uma “nova aliança”. Porto: Porto Editora.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Argumentación y uso de Pruebas: Construcción, Evaluación y Comunicación de Explicaciones en Biología y Geología. Didáctica de la Biología e la Geología. Formación del Profesorado. Educación Secundaria, 2, Vol. II, pp.129-149.

Justi, R. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling Teachers, views on the nature of modeling and implications for the education of modelers. International Journal of Science Education, 24, pp.369-387.

Kerplan, A. (1988). Évaluer pour Former. Rencontres pédagogiques, 22. Paris: INRP.

Ketele, J. & Roegiers, X. (1993). Méthologie du Recueil d’Informations: fondements de méthodes d’observation de questionnaires, d’interviews et d’étude de documents. 2ª Edição. Bruxelles: De Boeck Universisté.

Leite, T. (2010). Planeamento e Conceção da Ação de Ensinar. Coleções de Situações de Formação 2. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Lessard-Hébert, M., Goyete, G. & Boutin, G (1994). Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas. Lisboa: Instituto Piaget.

Lessard-Hébert, M.; Goyete, G. & Boutin, G. (2008). Investigação Qualitativa – Fundamentos e Práticas. 3ª Edição. Lisboa: Epistemologia e Sociedade – Instituto Piaget.

Lima, M. P. (2000). Inquérito Sociológico – Problemas de Metodologia. 5ª Edição. Lisboa: Editorial Presença.

Lourenço, F. (1999). Que Ganhamos Hoje em Levar os Nossos Alunos a um Museu? *Comunicar Ciência*, Ano I, N.º 3.

Lucas, A.M. (1983). Scientific Literacy and Informal Learning. *Studies in Science Education*. 10, 1-36.

Magnani, L., Nersessian, N. & Thagard, P. (1999). Model-Based Reasoning in Scientific Discovery. Magnani, L., Nersessian, N. and Thagard, P. (Eds.). New York: Klumer and plenum.

Marcelo, C. (1995). Investigaciones sobre Formación del profesorado: El conocimiento sobre aprender a enseñar. En L. Blanco y V. Mellado (eds). *La formacioción del profesorado de ciências y matemáticas em España y Portugal*. Diputación Provincial. Badajoz.

Maroco, J. (2007). *Análise estatística com utilização do SPSS*. 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.

Marques, L., Praia, J. & Vasconcelos, C. (2004). *La Investigación como Instrumento de Cambio de Práticas: el Trabajo Práctico y la Formation del Profesorado*. Documentos del XII simpósio sobre enseñanza de la Geología.

Marques, E.M.N. & Rebelo, D.H.V. (2005). *O Ensino da Geologia: materiais didáticos e inovação das práticas*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, V. (2000). *Para uma Pedagogia da Criatividade: propostas de trabalho*. Porto: Asa Editores.

Melo, N. & Marques, L. (2005). Conceções e Práticas de Professores Estagiários de Biologia/Geologia sobre Trabalho Laboratorial. *Ponta Delgada: Supervisão - Investigações em Contexto Educativo*, pp.367-388.

Metz, C. (1972). *Análisis de las Imágenes*. Buenos Aires: Editorial Tiempos Contemporáneos.

Mingote, P. M. C. F. (2002). Propostas de Ensino e Materiais Didáticos para o Novo Programa de Geologia do 10º Ano. Departamento da Ciência e da Terra. Coimbra: Universidade de Coimbra, Março.

Monteiro, A. R. (2000). Ser Professor. Inovação, 13, 2-3, pp 11-37.

Morgan, M.S. & Morrison, M. (1999). Models as Mediators. Morgan, M.S., and Morrison, M. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press.

Nacarato, A. M. (2005). Eu Trabalho Primeiro no Concreto. Revista de Educação Matemática. Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 9, nº 9 e 10, pp.1-6.São Paulo.

Nickerson, R.S.; Perkins, D.N. & Smith, E.E. (1987). Enseñar a Pensar. Barcelona: ed. Paidós.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press.

Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formative, Cahiers pédagogiques nº 280, Janvier.

Oliveira, O., Silva, J. C. & Ribeiro, E. (2009). GeoDesafios. Geologia, 12º ano. Ensino Secundário. Porto: Edições Asa.

Pardal, L. & Correia, E. (1995). Métodos e Técnicas de Investigação Social, 1ª Edição. Porto: Areal Editores, Lda.

Pereira, I. M. S. (2007). A Criatividade em Manuais Escolares de Ciências do Ensino Básico. Análise de Manuais de Estudo do Meio (1º Ciclo) e de Ciências da Natureza (2º Ciclo). Tese de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. (1992). Manual de investigação em ciências sociais. 2.^a Edição. Lisboa: Editora Gradiva.

Quivy, R. & Campenhoudt, L.V. (1998). Manual de Investigação em Ciências Sociais. 1ª Edição. Lisboa: Gradiva.

Reis, P. (2011). Observação de Aulas e a Avaliação do Desempenho Docente. Conselho Científico para a avaliação de professores. Cadernos do CCAP-2. Lisboa: Edição Ministério da Educação.

Richardson, R. J. (1989). Pesquisa Social: métodos e técnicas. 2ª Edição. São Paulo: Atlas.

Roldão, M. C. (2000). Formar Professores. Os desafios da profissionalidade e o currículo. CIFOP: Universidade de Aveiro.

Roldão, M. C. (Coord.) (2005). Estudos de Práticas de Gestão do Currículo. Lisboa: Universidade Católica Editora.

Roldão, M.C. (2009). Estratégias de Ensino. O Saber e o Agir do Professor. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.

Roque, M., Ferreira, A. A. & Castro, A. (1998). Geologia, 12º ano. Porto Editora. Porto.

Sá-Chaves, I. (2009). Portfolios Reflexivos. Estratégias de Formação e de Supervisão. 4ª Edição. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Saint-Georges, P. (1997). Pesquisa e Crítica das Fontes de Documentação nos Domínios Económicos, Social e Político. In: Albarello *et al.*: Práticas e Métodos de Investigação em Ciências Sociais. Lisboa: Gradiva Publicações.

Shreeve, J. (2010). A Estrada da Evolução. National Geographic Portugal. Julho.

Shumsky, A. (1968). In Search of Teaching Style. Ed. Appleton-Century-Crofts, Nova Iorque.

Silva, N. (2006). O Portefólio Reflexivo no Desenvolvimento Pessoal e Profissional. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Stenhouse, L. (1975). An Introduction to Curriculum Research and Development. London: Heineman.

Stenhouse, L. (1987). La Investigación como Base de la Enseñanza. Madrid: Morata.

Stevenson, J. (1991). The Long-Term Impact of Interactive Exhibits. *International Journal of Science Education*, 13 (5), pp. 521-531.

Stringer, C.B. (1991). Está en Africa nuestro origen? *Scientific American*, Fevereiro.

Tavares, A. M. & Marques, L. (2007). A Formação de Professores e o Ensino Experimental das Ciências: estudo sobre uma ação dos decisores políticos. *Assessoria na Educação em Debate. IV Simpósio sobre Organização e Gestão Escolar*. Aveiro: Edições Universidade de Aveiro.

Thorne, A. G. & Wolpoff, M. H. (1992). Evolución Multirregional de los Humanos. *Scientific American*, Junho.

Trend, R. (2002) Perceção e Conceção de “Tempo Geológico”: uma barreira para a aprendizagem das geociências. *A História da Geologia na Educação Científica (CD-ROM)*. Universidade de Aveiro.

Vigotsky, L. S. (1990). La Imaginación y el Arte en la Infancia. 2ª Edição. Madrid: Akal.

Wellington, J. (1990). Formal and Informal Learning in Science: the Role of the Interactive Science Centres. *Physics Education*, 25, pp.247-252.

Wilson, A.C. & Cann, R.L. (1992). Orígen Africano Reciente de los Humanos. *Scientific American*.

Yin, R.K. (1988). Case Study Research. Design and methods. Newbury Park: Sdage publications.

Zabalza (1994). Diários de Aula – contributo para o estudo dos dilemas práticos do professor. Coleção Ciências da Educação. Porto: Porto Editora.

Sites consultados

Ayres, R. & Melear, C.T. (1998). Increased learning of physical science concepts via multimedia exhibit compared to hands-on exhibit in a science museum. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.

http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_&ERICExtSearch_SearchValue_0=ED418873&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED418873 consultado em setembro de 2012.

Cachão, Mário (2007). Origem da Vida: a perspectiva geológica.

http://www.oal.ul.pt/download/res_pal_0702.pdf, consultado em setembro de 2012.

M. E. (2004). Currículo de Geologia.

<http://www.dgidc.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=G>, consultado em setembro de 2012.

Pavão, A. C. e Leitão, A. (2007) “Hands-on? Minds-on? Hearts-on? Social-on? Explainers-on!”, in: Diálogos & Ciência: mediação em museus e centros de ciência, Massarani, L., Rodari, P. e Merzagora, M. (orgs.), Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. http://www.museudavida.fiocruz.br/media/Mediacao_final.pdf, consultado em setembro de 2012

<http://www.images.encarta.com>, consultado em janeiro de 2010.

<https://genographic.nationalgeographic.com/genographic/lan/es/atlas.html>, consultado em janeiro de 2010.

<http://www.publico.pt/Ci%C3%A4Ancias/apresentamoslhe-ardi-a-nova-mais-antiga-antepassada-dos-homens-1403329>, consultado em janeiro de 2010.

<http://dba.fc.ul.pt/ant-bio/Folhas/Modelos2.pdf>, consultado em janeiro de 2010.

http://www.jroma.pt/cabecas_cranios_cerebros.htm, consultado em janeiro de 2010.

http://www.museudavida.fiocruz.br/media/Mediacao_final.pdf, consultado em setembro de 2012.

<http://www.skullsunlimited.com/>, consultado em setembro de 2012.

<http://dicasgratisnanet.blogspot.pt/2011/07/evolucao-humana-resumo.html>, consultado em setembro de 2012.

ANEXOS

ANEXO I

Questionário enviado aos professores

Questionário

Com a elaboração deste questionário pretende-se conhecer alguns aspetos relacionados com a criação/construção de materiais no ensino da disciplina de Geologia do 12º ano do Ensino Secundário. Deve considerar que os materiais usados são produto da sua criatividade e criação, tendo como base uma investigação científica e fundamentada.

Este questionário é de carácter anónimo. Não há respostas certas nem erradas, mas sim conceções e práticas pessoais que nos interessam.

Dados pessoais

Idade

Menos de 31 anos _____

De 31 a 40 anos _____

De 41 a 50 anos _____

Mais de 50 anos _____

Sexo

Masculino _____

Feminino _____

Tempo de serviço

Menos de 5 anos _____

De 5 a 15 anos _____

De 16 a 25 anos _____

Mais de 25 anos _____

Habilitações académicas

Licenciatura _____

Mestrado _____

Doutoramento _____

Outra _____

Qual? _____

1. Relativamente à criação/construção de materiais na sua disciplina, escolha a opção que melhor corresponda ao número de vezes que em média realiza.

- a) Não implementa _____
- b) 1 a 3 aulas por ano _____
- c) 4 a 6 aulas por ano _____
- d) Mais de 6 aulas por ano _____

Nota: Se assinalou a opção a) responda à questão 2. Se assinalou uma das outras opções, passe para a questão 3.

2. De entre os aspetos a seguir enumerados, indique os que justificam o facto de não criar/construir materiais par a sua disciplina.

- ___ Falta de verbas para a aquisição de materiais
- ___ Falta de tempo para a investigação e execução dos materiais
- ___ Falta de motivação
- ___ Elevada extensão do programa
- ___ Impossibilidade de compatibilizar os conteúdos programáticos com a criação/construção de materiais
- ___ Indisciplina e falta de motivação dos alunos
- ___ Pouca cooperação por parte dos elementos do Conselho de Turma para este tipo de atividades
- ___ Outras (especifique-as): _____

3. Dos aspetos a seguir apresentados, indique aqueles que considera poderem contribuir para melhorar a criação/construção de materiais para a sua atividade de docente.

- ☐ Redução do número de alunos por turma ou possibilidade de desdobrar a turma
☐ Disponibilidade de materiais necessários à criação/construção
☐ Redução dos programas
☐ Colaboração entre professores
☐ Frequência de ações de formação que fomentem a criatividade
☐ Mais apoio por parte dos encarregados de educação e dos órgãos de gestão da Escola
☐ Possibilidade de realizar esse tipo de atividades na disciplina de Área de Projeto
☐ Outras (especifique-as):

4. Assinale com uma cruz (x) qual ou quais os conteúdos programáticos em que criou/construiu materiais para a sua prática de ensino.

Conteúdos programáticos	Criação/construção de materiais (X)
Tema 1 – Da teoria da deriva dos continentes à teoria da tectónica de placas. A dinâmica da litosfera	
1. A teoria da deriva dos continentes de Wegener	
2. A convecção no manto terrestre e o movimento das placas litosféricas	
3. Movimentos verticais e/ou movimentos horizontais da litosfera	
Tema 2 – A história da terra e da vida	
1. Relógios paleontológicos (Biostratigrafia e Dendrocronologia)	
Tema 3 – A terra ontem, hoje e amanhã	
1. A evolução do Homem	
2. O efeito de estufa e o aquecimento global da terra	
3. Exploração e modificação dos solos	

Nota: Se assinalou com uma cruz no **Tema 3 – A Terra ontem, hoje e amanhã**, responda à questão 5. Se não assinalou com uma cruz a temática “A evolução do Homem”, responda à questão 6.

5. Descreva os materiais criados/construídos e a atividade que realizou com os seus alunos. Na sua descrição tenha em atenção os seguintes aspetos: as partes estruturantes da atividade (como se iniciou, como se desenvolveu e como terminou); papel do professor e dos alunos no desenvolvimento da atividade; principais objetivos que pretendia atingir com a implementação dessa atividade e o grau de consecução desses objetivos.

6. De entre os aspetos a seguir enumerados, indique os que justificam o facto de não criar/construir materiais na temática “A evolução do Homem”.

- ☐ Os manuais possuem informação que considero suficiente para a explicitação do tema
- ☐ Os manuais não propõem atividades a enfatizar
- ☐ Temática já abordada em outras disciplinas de anos anteriores e que não carece de ser explorada.
- ☐ Elevada extensão do programa
- ☐ Impossibilidade de compatibilizar os conteúdos programáticos com os materiais existentes na escola
- ☐ Indisciplina e falta de motivação dos alunos
- ☐ Outras (especifique-as):

ANEXO II

Carta dirigida aos professores

Caro Professor,

No âmbito de uma investigação que estou a desenvolver, conducente à elaboração da dissertação de mestrado, elaborei um questionário que pretende averiguar se os professores da disciplina Geologia do 12º ano do Ensino Secundário criam/constroem materiais e em que temáticas.

Neste sentido, estou a contactar professores, das escolas do grande Porto, que lecionam a referida disciplina.

- *O questionário é anónimo e as suas respostas são estritamente confidenciais.*
- *Por favor, responda a todas as questões individualmente.*

O tipo de questões colocadas não exige um tempo de resposta muito longo. Por esse motivo, estamos confiantes na sua boa vontade e sentido de responsabilidade profissional, certos de que dispensará algum do seu tempo a responder às questões colocadas. Depois de preencher o questionário, agradeço que o devolva ao presidente do Conselho Executivo, que, por sua vez me devolverá todos os questionários respondidos.

Certa de que a sua colaboração poderá contribuir para uma maior compreensão do processo de ensino aprendizagem da disciplina Geologia, solicito o preenchimento do questionário de acordo com as indicações fornecidas no mesmo.

Agradeço desde já toda a colaboração que me possa prestar.

Com os melhores cumprimentos

Cármén Fernanda Mendes Moreira

ANEXO III

Questionário de avaliação formativa dirigido aos alunos

Questionário de Avaliação Formativa

Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana.

A evolução do Homem – Geologia do 12º ano

Este questionário de avaliação formativa não tem como finalidade classificar os alunos.

São seus objetivos:

- Identificar os conhecimentos que cada aluno possui sobre conteúdos programáticos das disciplinas de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade a mobilizar no ensino e na aprendizagem da disciplina de Geologia do 12º ano;
- Conhecer metodologias de trabalho passíveis de serem desenvolvidas na disciplina e discutir a importância de procedimentos específicos;
- Comprometer-se com o trabalho a desenvolver na disciplina, à otimização do seu rendimento escolar e dos colegas.

1 – De acordo com a nomenclatura binomial, assinale a opção correta:

- a) *Homo Sapiens*
- b) *Homo sapiens*
- c) *homo Sapiens*
- d) *homo sapiens*
- e) *Homo Sapiens*

2 – A evolução da nossa espécie foi fortemente influenciada pelas alterações climáticas ocorridas no (assinale a opção correta):

- a) Pleistocénico
- b) Holocénico
- c) Pliocénico

3 – A formação do Grande Vale do Rift do leste africano poderá ter sido decisivo no aparecimento e evolução dos homínidos, porque:

- a) O ar húmido que atingia os planaltos passou a ser mais seco.
- b) O ar seco que atingia os planaltos passou a ser mais húmido.

4 – Das afirmações que se seguem assinale as verdadeiras.

- a) O homínido Lucy é o antepassado mais antigo na evolução do Homem.
- b) O *Homo erectus* aperfeiçoou as suas capacidades de caça, usando utensílios mais complexos e eficazes.
- c) O *Homo erectus* descobriu o fogo.
- d) O *Homo erectus* controlava o fogo.
- e) O *Homo habilis* possuía capacidade de trabalhar a pedra.

- f) O *Homo sapiens sapiens* foi o primeiro a ter rituais funerários.
- g) O *Homo erectus* provavelmente iniciou a migração mais importante para a evolução da espécie humana.
- h) O *Homo sapiens* provavelmente iniciou a migração mais importante para a evolução da espécie humana.
- i) O Homem de Neanderthal possuía uma proteção da cavidade nasal, possibilitando a sua adaptação a condições ambientais mais frias.
- j) O *Homo erectus* possuía uma proteção da cavidade nasal, possibilitando a sua adaptação a condições ambientais mais frias.
- k) O Homem de Neanderthal foi substituído pelo *Homo erectus*.
- l) O *Australopithecus africanus* possuía fronte baixa e face longa.
- m) O *Homo erectus* possuía arcadas supraciliares proeminentes.
- n) O *Homo erectus* possuía uma caixa craniana maior que o *Australopithecus africanus*.
- o) O *Homo sapiens* já possuía testa.
- p) O *Homo erectus* era nómada.
- q) *Australopithecus africanus* era nómada.
- r) O *Homo sapiens sapiens* possuía face plana e fronte elevada.
- s) O *Homo sapiens* fazia vestuário para sua proteção aos climas rigorosos.
- t) O *Homo sapiens sapiens* fazia vestuário para sua proteção aos climas rigorosos.
- u) A Arte Rupestre foi iniciada pelo *Homo habilis*.
- v) O leste do continente africano é considerado como o berço da Humanidade.
- w) O leste do continente asiático é considerado como o berço da Humanidade.
- x) O oeste do continente africano é considerado como o berço da Humanidade.
- y) O oeste do continente asiático é considerado como o berço da Humanidade.
- z) O Homem de Neanderthal sofreu os rigores da última glaciação de Würm.
- aa) O Homem de Neanderthal sofreu os rigores do período glaciário - Gunz.
- bb) Os nossos antepassados tiveram sempre uma estrutura nasal proeminente.
- cc) Pensa-se que o *Homo sapiens* desenvolveu-se numa região e depois espalhou-se pelo resto do mundo.
- dd) Pensa-se que o *Homo sapiens* evoluiu, simultaneamente, na África, Ásia e Europa.

ANEXO IV

Grelha de observação

Aluno	Motivação				Interesse				Participação espontânea				Participação solicitada				Pontualidade				Total
	I	S	B	MB	I	S	B	MB	I	S	B	MB	I	S	B	MB	I	S	B	MB	

Critérios de avaliação quantitativa:

Insuficiente: 0-9 valores

Suficiente: 10-14 valores

Bom: 15-17 valores

Muito bom: 18-20 valores

ANEXO V

Questionário de avaliação do ensino e da aprendizagem

Questionário de avaliação do ensino e da aprendizagem

Este questionário tem como objetivo recolher a tua opinião sobre as estratégias adotadas no ensino da temática “Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana. A evolução do Homem” e servirá para apoiar a elaboração de uma dissertação do mestrado em ensino da Biologia e Geologia, promovido pela Universidade de Aveiro.

O questionário é anónimo, pelo que não necessitas de indicar o teu nome nem qualquer outra informação que te possa identificar.

Para que este estudo tenha validade, interessa, sobretudo, que as tuas respostas reflitam a tua opinião pessoal.

1 - Relativamente à organização e à gestão do ensino e da aprendizagem (E/A) assinala com uma cruz a opção que melhor a descreve quanto aos seguintes parâmetros:

<i>Grelha de avaliação da gestão do ensino e da aprendizagem</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Diversidade das estratégias utilizadas					
Qualidade das estratégias utilizadas					
Diversidade dos materiais didáticos (modelos/maquetas, fichas de trabalho, PPT, vídeos, pesquisa, plataforma, ...)					
Qualidade dos materiais didáticos (modelos/maquetas, fichas de trabalho, PPT, vídeos, pesquisa, plataforma, ...)					
Adequação dos materiais didáticos (modelos/maquetas, fichas de trabalho, PPT, vídeos, pesquisa, plataforma, ...)					
Qualidade dos instrumentos de avaliação					
Diversidade de estratégias de avaliação					
Adequação dos instrumentos de avaliação					
Organização e gestão do espaço de aula pela professora					
Contributo da professora para a construção das aprendizagens					

2 - Que dificuldades encontrou no E/A destas aulas (linguagem, PPT, materiais, abstração dos assuntos, ...)?

3 - Que elementos facilitadores encontrou no E/A destas aulas (linguagem, PPT, materiais, abstração dos assuntos, ...)?

4 - Nestas aulas os modelos/maquetas usadas pretenderam ser um reforço no E/A, nem sempre como substituição de imagens, mas como complemento, isto é, pretendeu-se criar a experiência sensorial direta. Em que medida o uso destes modelos/maquetas contribuiu para o E/A da matéria lecionada?

5 - Considera que os modelos/maquetas utilizados no E/A contribuíram para a criação de imagens mentais?

6 - Considera que os modelos/maquetas utilizados no E/A são imagens transmissoras que facilitam os processos de comunicação?

7 - Segundo Giordan e Vecchi (1998): “(...) uma construção, uma estrutura que podemos utilizar como referência: uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, para fazê-lo assim mais diretamente assimilável.”, isto é, concorda que um modelo e uma imagem se podem relacionar e contribuir para o E/A?

8 - Sugestões para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem:

ANEXO VI

Materiais de apoio utilizados no decorrer da atividade

ANEXO VI.I

Excerto de notícia

chão” (ardi, em Afar, significa “chão”). E ainda milhares de ossos de dezenas de animais e de plantas, que permitiram reconstituir, com um pormenor sem precedentes, o habitat de Ardi e dos seus congéneres.

A recuperação e a análise destes achados demorou 17 anos e centenas de pessoas participaram no projecto. E hoje, uma equipa multidisciplinar de 47 cientistas, oriundos de dez países, publica na revista Science nada menos do que 11 artigos descrevendo os resultados – alguns dos quais põem em causa ideias estabelecidas da história evolutiva dos grandes símios e dos homens”.

“Após esta descoberta os cientistas acreditam que os humanos não evoluíram do antepassado comum aos homens e aos chimpanzés.

Os hominídeos *Ardipithecus*, ao contrário do que se pensava, e sugerido pela anatomia dos pés, caminhavam erguidos e apoiados pelas duas pernas. A morfologia dos dentes indica que Ardi tinha uma dieta diferente dos símios africanos e que era uma «trepadora prudente». Isto é, trepava às árvores, mas deslocava-se de gatas pelos ramos. Estes dados vêm refutar as ideias pré-existentes sobre o antepassado comum para as duas espécies. A investigação diz mesmo que os chimpanzés não são um bom modelo desse antepassado, mas que os humanos poderão ser o melhor exemplo”.

(01.10.2009 - Por Ana Gerschenfeld do Jornal Público e pela AFN da TVI24)

1 – Refira as razões apontadas no texto para que se acredite que os humanos não evoluíram do antepassado comum aos homens e aos chimpanzés.

2 – Segundo o texto, o que se pode aferir sobre o paleoambiente desta região?

ANEXO VI.II

A evolução do Homem

Ficha de trabalho – Identificação de características que marcaram a evolução do Homem

Nome: _____ Nº _____

Observe atentamente as imagens e faça uma leitura do texto.

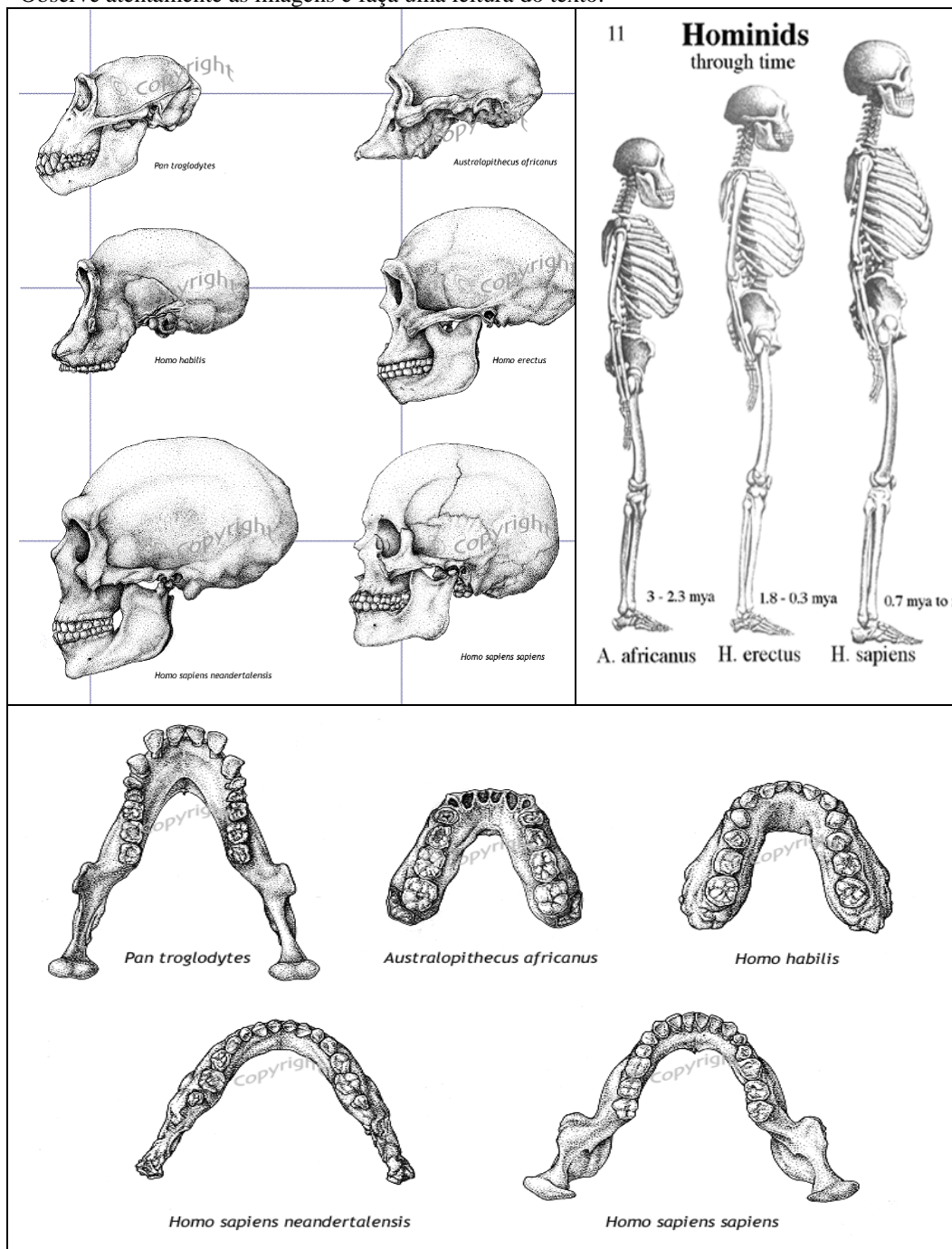


Figura 1 – Formas dos crânios (canto superior esquerdo), tipos de esqueletos (canto superior direito) e dentição desde os hominídeos ao último elo da cadeia evolutiva dos seres humanos.

Australopithecus africanus

Era um homínídeo de pequena estatura (1,20 m), pesava cerca de 40 kg, tinha fronte baixa e face longa. Dispunha de arcadas supraciliares proeminentes e queixo saliente. Iniciou uma locomoção bípede e a sua caixa craniana rondava os 440-450 cm³. Praticava o nomadismo, abrigava-se em esconderijos e abrigos naturais; alimentava-se sobretudo de raízes, bolbos, grãos, frutos e alguma caça de pequeno porte. Era essencialmente recolector: servia-se de pedras e paus para se defender e obter alimentos, sem desenvolver tecnologias de fabrico próprias.

O primeiro fóssil encontrado foi de uma criança de aproximadamente 6 anos.

Homo erectus

Apareceu inicialmente em África, por volta de 1,6 milhões de anos e emigrou mais tarde para a Europa e a Ásia. Apresentava robustez e era de estatura elevada e robusta. A sua verticalidade era mais acentuada, com uma capacidade craniana de 800-1100 cm³. Praticava nomadismo e construía abrigos e cabanas mais complexas que o *Homo habilis*. Já revelava cooperação social e praticava a caça a animais de grande porte.

O povoamento da Ásia e da Europa pelo *Homo erectus* obrigou necessariamente ao desenvolvimento de novas formas tecnológicas de sobrevivência: vestuário; habitações mais complexas, habitando sobretudo em grutas e cavernas; instrumentos mais aperfeiçoados (bifaces); praticava uma linguagem gestual e uso controlado do fogo, que melhorou o regime alimentar e conservação dos seus alimentos, proteção contra o frio e eventuais predadores. Tais factos permitiram o prolongamento da vida e, portanto, o aumento da população. O fogo contribuiu para o reforço de laços de convívio e de afecto, tornando necessários a comunicação e os laços de família.

Homo sapiens neanderthalensis

Inicialmente surge em África, Europa e Ásia, expandindo-se posteriormente para o continente americano e para a Oceania. A sua estrutura física é rude e atarracada, para fazer face ao clima glacial. Revela uma grande capacidade craniana (1400-1600 cm³), arcadas supraciliares salientes e fronte baixa e fugidia.

É considerado o primeiro homínídeo que se dedicava a grandes caçadas, já que pratica a caça grossa, com técnicas e emboscadas muito aperfeiçoadas. Dominava a linguagem e revelava uma evolução especializada no sentido da adaptação e sobrevivência, ao longo do ano, em climas rigorosos (cabanas aperfeiçoadas e peles para vestuário).

Dominava a técnica de lascas através do fabrico de lâminas, raspadores e pontas de seta; demonstrava uma espiritualidade evidente, pois preocupava-se com o Além, uma vez que pratica rituais funerários, isto é, fazia a sepultura dos seus mortos em posição flectida, juntamente com os seus objetos pessoais e deposição de flores. Praticava o canibalismo e fazia o culto dos crânios.

Homo sapiens sapiens

Durante as últimas glaciações, surge o *Homo sapiens sapiens*, que se expande por todos os continentes. A sua capacidade craniana oscila entre os 1450-1700 cm³ e revela uma estatura elevada, com traços físicos sensivelmente iguais ao homem actual. A sua face é plana e de frente elevada, de crânio arredondado. Por isso, é a última etapa do processo de hominização. A sua linguagem é articulada.

O *Homo sapiens sapiens* vivia em grutas, cavernas e cabanas itinerantes. Era recolector e predador de grandes presas (bizontes, mamutes) e praticava a pesca. O grupo organizava-se em Clãs, isto é, grupos unidos por laços de parentesco, cujo chefe era o mais velho e repartiam as tarefas entre si. Desenvolveu técnicas industriais de fabrico muito diversificadas e úteis, de pequeno tamanho (micrólitos). Construiu arpões, lâminas, raspadores, agulhas, lanças, setas, flechas e propulsores. Para esse fim, utilizou diversos materiais: osso, chifres, dentes, madeira, pedra. Cobria-se de peles e adornava-se com colares de dentes de marfim, de conchas ou de marfim. Inventou a Arte Parietal ou Rupestre, sobre as paredes de grutas e cavernas. Desenvolveu a escultura (estatuetas e propulsores) e já conservava os seus alimentos, os quais defumava e secava.

1 - Após a leitura do texto e com os conhecimentos adquiridos identifique os modelos cranianos e de dentição. Deve construir um quadro ou outro esquema em que apresente de forma organizada as características exploradas, que evidenciam o processo de hominização, e atribua ao modelo o homínido.

ANEXO VI.III

Evolução e migração do Homem moderno

Ficha de trabalho – **Evolução e migração do Homem moderno**

Nome: _____ Nº _____

O lago Malawi é um dos maiores lagos do mundo e um dos mais profundos (706 m). Localiza-se ao longo do Grande Vale de Rife e funciona como um importante reservatório de água. O estudo dos seus depósitos sedimentares permite analisar a variação da precipitação ao longo do tempo e reconstituir os paleoambientes. Estes registos permitem estudar de forma contínua as condições ambientais ao longo de centenas de milhares de anos, pois contêm fósseis de plâncton, invertebrados aquáticos, pólen, etc.

No período compreendido entre 150 000 e os 70 000 anos atrás ocorreu uma seca muito severa que provocou a descida de 600 m do nível da água. Os dados arqueológicos evidenciam uma redução da ocupação destas áreas pela nossa espécie. Esta seca também ocorreu noutras regiões de África e pode ter aumentado a pressão sobre a nossa espécie. Há 70 000 anos o clima estabilizou e tornou-se húmido. Os vestígios do Homem aumentaram, indicando incremento populacional, resultado da disponibilidade de maiores quantidades de alimento. A expansão populacional pode ter sido responsável pelo início da migração para Norte e posterior saída de África, colonizando quase todo o globo (Oliveira *et al.*, 2009:194).

1. Em que medida as variações climáticas podem ter sido responsáveis pelas migrações da nossa espécie?
2. As amostras de sedimentos depositados durante o período de seca possuem reduzidas quantidades de pólen, mas apresentam plâncton indicador de água pouco profunda. Explique estes factos.
3. A obtenção das amostras de sedimentos do fundo do lago implica o uso de material semelhante à perfuração dos fundos oceânicos, com custos avultados. O estudo dos estratos ainda não está concluído, pois recolheram-se sedimentos com 1,5 M.a.. Qual a importância de a sociedade garantir financiamento para estes projetos?
4. Os investigadores recorreram a datações radiométricas para estabelecer a idade dos sedimentos e fósseis. Qual a importância de datar os estratos?
5. Comente a afirmação: “ O estudo geológico das variações climáticas em África ao longo das últimas centenas de milhares de anos é fundamental para compreendermos a evolução da nossa espécie”.

ANEXO VI.IV

Variações climáticas e a evolução do Homem

Ficha de trabalho – Variações climáticas e a evolução do Homem

Nome: _____ Nº _____

Os esquemas B, C e D da figura correspondem a perfis topográficos, bastante simplificados, com altitude muito exagerada, e que podem relacionar a formação do Grande Vale do Rife do Leste africano (B) com as variações climáticas (C) e as alterações da cobertura vegetal (D), naquela região, entre os 20 e os 50 M.a. atrás, as quais poderão ter sido decisivas no aparecimento e evolução dos homínídeos (adaptado de Oliveira *et al.*, 2009:189).

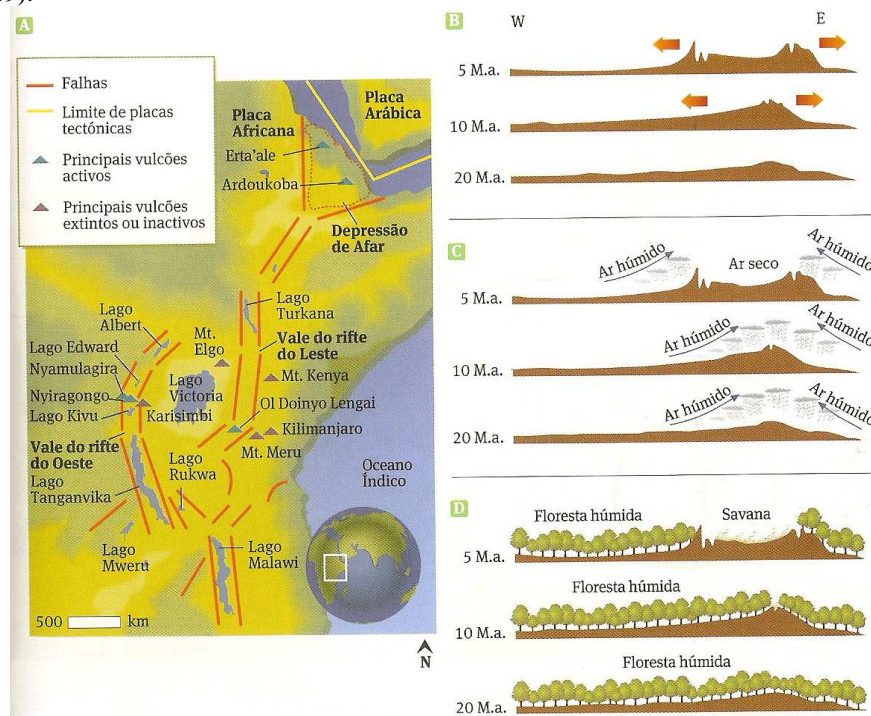


Figura 1 - Localização do Grande vale do Rife em África (A), com destaque para as principais alterações que ocorrem com a instalação do rife (B, C e D), (Oliveira *et al.*, 2009:189).

- 1 – Explique, resumidamente, como terá ocorrido a instalação do rife continental.
- 2 – Quais as consequências da instalação do rife ao nível do relevo?
- 3 – Compare a localização dos principais vulcões ativos e dos inativos ou extintos. Justifique a resposta.
- 4- Com base nos dados, explique a relação entre as alterações topográficas e as modificações climáticas, entre os 10 e os 5 M.a..
- 5 – Em que medida a tectónica condicionou a evolução dos primeiros homínídeos?

ANEXO VI.V

A migração dos humanos anatomicamente modernos

Ficha de trabalho – A migração dos humanos anatomicamente modernos

Nome: _____ Nº _____

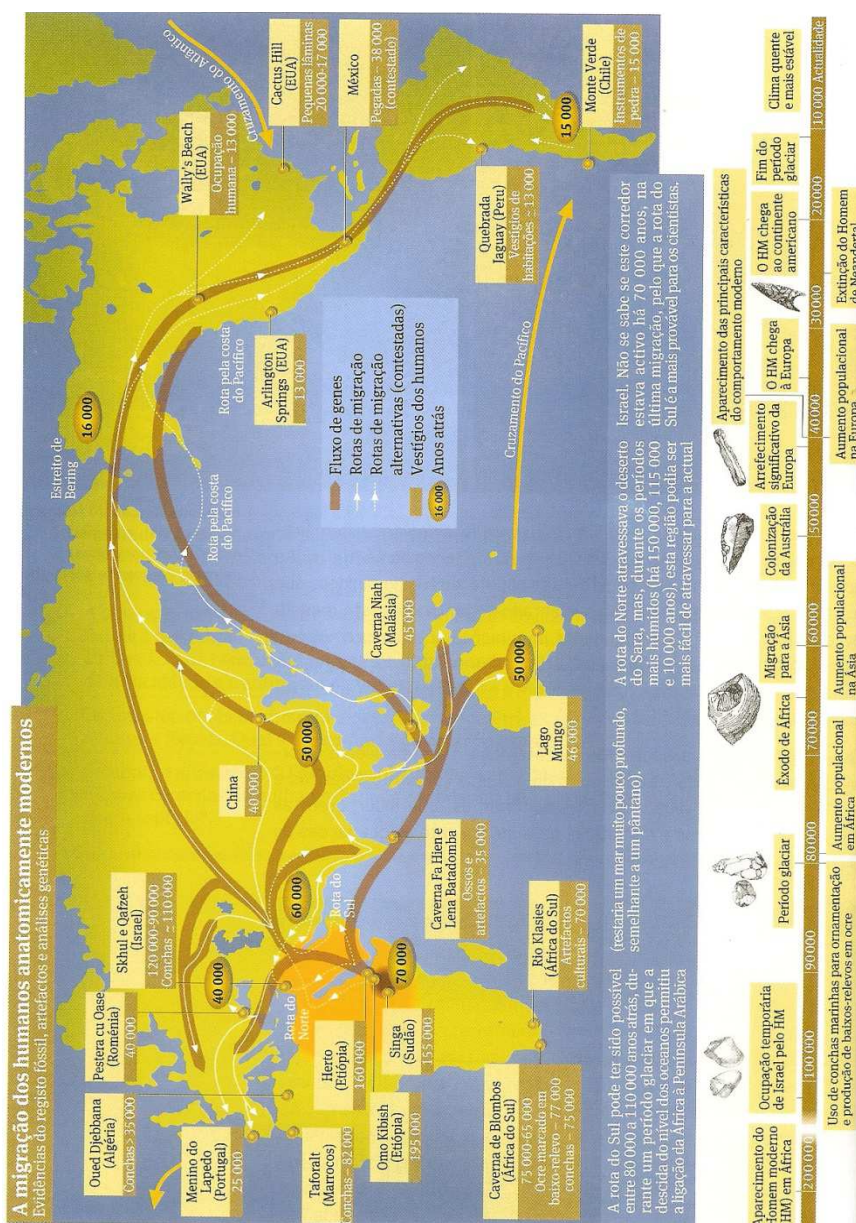


Figura 1 – Migração do Homem moderno. (Oliveira *et al.*, 2009: 196)

- 1 – Em que medida as alterações climáticas permitiram a colonização de novas áreas pelo Homem moderno?
- 2 – Com base na figura, explique como se processou a colonização do continente americano.

ANEXO VII

Análise de resultados dos questionários de
avaliação formativa

Quadros de apoio à tabela 5 - Resultados dos inquéritos de pré- avaliação formativa

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	Questão 1	5	35,7
	b	11	78,6
	c	8	57,1
	d	4	28,6
	e	0	0,0
	f	8	57,1
	k	7	50,0
	p	4	28,6
	q	7	50,0
	s	11	78,6
	t	9	64,3
	u	7	50,0
	v	8	57,1
	w	11	78,6
	x	6	42,9
	y	5	35,7

Tabela 1 – Resultados das respostas corretas à questões relacionadas com - Mobiliza conhecimentos adquiridos em disciplinas lecionada em anos anteriores.

	Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 2	8	57,1

Tabela 2 – Resultados das respostas corretas à questão - Relaciona certos acontecimentos ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica.

	Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 3	5	35,7

Tabela 3 – Resultados das respostas corretas às questões - Relaciona constituições interpretativas da evolução do Homem e dos ambientes.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	z	8	57,1
	aa	13	92,9

Tabela 4 – Resultados das respostas corretas às questões - Relaciona a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	a	6	42,9
	g	9	64,3
	h	9	64,3
	cc	7	50,0
	dd	7	50,0

Tabela 5 – Resultados das respostas corretas às questões relacionadas com - Identifica as rotas de migração no processo de evolução do Homem moderno.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	i	85,7	12
	j	85,7	12

Tabela 6 – Resultados das respostas corretas às questões - Compreender e relacionar a importância das alterações ambientais na evolução do Homem.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	l	57,1	8
	m	57,1	8
	n	71,4	10
	o	78,6	11
	r	71,4	10
	bb	78,6	11

Tabela 7 – Resultados das respostas corretas às questões relacionadas com - Reconhece características da evolução anatómica do Homem.

Quadros de apoio à tabela 5 - Resultados dos inquéritos de pós- avaliação formativa

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	Questão 1	13	92,9
	b	12	85,7
	c	13	92,9
	d	11	78,6
	e	11	78,6
	f	12	85,7
	k	12	85,7
	p	11	78,6
	q	13	92,9
	s	12	85,7
	t	12	85,7
	u	12	85,7
	v	13	92,9
	w	13	92,9
	x	14	100,0
	y	14	100,0

Tabela 8 – Resultados das respostas corretas às questões relacionadas com - Mobiliza conhecimentos adquiridos em disciplinas lecionada em anos anteriores.

	Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 2	11	78,6

Tabela 9 – Resultados das respostas corretas à questão - Relaciona certos acontecimentos ocorridos ao longo da história da Terra com as diferentes divisões da tabela cronostratigráfica.

	Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 3	13	92,9

Tabela 10 – Resultados das respostas corretas às questões - Relaciona constituições interpretativas da evolução do Homem e dos ambientes.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	z	12	85,7
	aa	13	92,9

Tabela 11 – Resultados das respostas corretas às questões - Relaciona a evolução do Homem com grandes acontecimentos da história da Terra.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	a	14	100,0
	g	13	92,9
	h	13	92,9
	cc	12	85,7
	dd	11	78,6

Tabela 12 – Resultados das respostas corretas às questões relacionadas com - Identifica as rotas de migração no processo de evolução do Homem moderno.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	i	14	100
	j	14	100

Tabela 13 – Resultados das respostas corretas às questões - Compreender e relacionar a importância das alterações ambientais na evolução do Homem.

		Frequência (f)	Percentagem (%)
Questão 4	l	12	85,7
	m	13	92,9
	n	13	92,9
	o	12	85,7
	r	13	92,9
	bb	14	100,0

Tabela 14 – Resultados das respostas corretas às questões relacionadas com - Reconhece características da evolução anatómica do Homem.